



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño Estructural de Planta de Tratamiento y Proceso de Aguas Residuales
para el regadío del parques, Ate 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR (ES):

Bendezú Mancilla, Jho's Mare Alexis (orcid.org/0000-0002-9356-0036)

Panduro Ríos, Juan Ramon (orcid.org/0000-0003-3116-5361)

ASESOR (A)(ES):

Mcs. Díaz Huiza, Luis Humberto (orcid.org/0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicamos este gran logro a nuestros padres, gracias al apoyo y motivación de cada uno de ellos podemos lograr este gran paso de ser los nuevos ingenieros civiles en nuestro país y poder brindar un servicio que pueda ayudar a cada uno de nuestra población.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios y a todas aquellas personas que nos apoyaron incondicionalmente en nuestra carrera profesional; así también a la Universidad Cesar Vallejo y a cada uno de nuestros docentes que nos inculcaron de sabiduría y conocimiento acerca de la carrera profesional, esa sabiduría que aplicaremos día a día en nuestro campo laboral

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III.METODOLOGÍA	35
3.1.Tipo y Diseño de Investigación Tipo de investigación	35
3.2.Variable y operacionalización.....	35
3.3.Población y Muestra Población.....	36
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5.Procedimientos	37
3.6.Método de análisis de datos	38
3.7.Aspectos éticos.....	38
IV.RESULTADOS	39
V.DISCUSIÓN.....	49
VI.CONCLUSIONES.....	52
VII.RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas y biológicas de las aguas servidas.....	8
Tabla 2. Transmisión perjudiciales en aguas residuales, su choque en el medio ambiente y parámetros para cuantificar el grado de contaminación.....	8
Tabla 3. Procesos de pretratamiento de Aguas Servidas.....	12
Tabla 4. Clasificación y tipo de rejillas.....	13
Tabla 5. Procedimiento primario de líquidos reciclados	18
Tabla 6. Sistemas de tratamiento secundaria de aguas servidas	22
Tabla 7. Coeficiente cinético típico para el proceso de lodos activados.....	24
Tabla 8. Dimensión establecidos para cálculos de recirculación de lodos.	26
Tabla 9. Valores referenciales para Diseñar una PTAR.....	27
Tabla 10. Consideraciones con algunos parámetros, para diseñar la PTAR	27
Tabla 11. Consideraciones de los aireadores mecánicos.	28
Tabla 12. Consideraciones de los aireadores mecánicos.	29
Tabla 13. Requisitos del área según tipo de origen de los lodos.	31
Tabla 14. Aportes máximos por conexiones erradas.....	33
Tabla 15. Comparación de resultados de la caracterización con los Estándares de Calidad ambiental.....	40
Tabla 16. Resultante de la toma de caudales.	41
Tabla 17. Colocación de selección de procedimientos para los tratamientos.	42
Tabla 18. Q de diseño	42
Tabla 19. Resultados de las dimensiones del canal de llegada	43
Tabla 20. Medidas de las rejas.....	43
Tabla 21. Dimensiones del desarenador	43
Tabla 22. Dimensionamiento del sedimentador primario.....	44
Tabla 23. Consideraciones y dimensionamientos del Biorreactor	45
Tabla 24. Dimensionamiento de sedimentador secundario.....	46
Tabla 25. Dimensiones del lecho de secado	46
Tabla 26. Parámetros fuera de los límites de la normativa ambiental	47
Tabla 27. Eficiencia total de la planta de tratamiento propuesta	47
Tabla 28. Comprobación del desempeño de la norma ambiental	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Disposición final que toman las aguas servidas tratadas por las PTAR en Perú.2	
Figura 2. Diagrama de flujo general de PTARs.....	10
Figura 3. Canal de llegada – Elementos geométricos.....	12
Figura 4. Desarenador de dos unidades en paralelo	15
Figura 5. Parábola seccional del Parshall	16
Figura 6. Corte y Planta de Sedimentador primario	19
Figura 7. Crear una base de datos en SPSS. Fuente. Elaboración propia.	39
Figura 8. Valore introducidos en el programa en el programa SPSS.....	39

RESUMEN

Se ha realizado un diseño de una planta de tratamiento de las aguas residuales domésticas de la urbanización de San Antonio, se usó el método de diseños según la Norma de Edificaciones, norma OS 0.90 Plantas de tratamiento de aguas residuales, la norma ACI

350.3 R-17 de diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos E060 Concreto armado, RAS-2000, como metodología complementaria. El trabajo comenzó con la recopilación de estudios anteriores, la proyección de población, verificación de diseño de procesos de tratamientos, etc. Posterior a ello se procedió a la medición de caudales para obtener el muestreo entre las horas 12:00 y las 13:00 horas, luego se determinó las características de las aguas residuales domésticas verificando los parámetros físicos y químicos (DBO₅, STD, SS, DQO. Conductividad, aceites y grasas, pH, temperatura). Siguiendo los resultados obtenidos respecto a las características de las aguas residuales se determinó el tipo de proceso para tratar el agua residual que es por lodos activados. Mediante el software Excel se realizó dimensionar a cada elemento estructural: canal de llegada, rejas, desarenador, sedimentador primario, el sistema de lodos activados y lecho de secado, dichas unidades físicas fueron dibujadas en AutoCAD a nivel de plano básico. La eficiencia de remoción de DBO₅ de la planta diseñada es de 95%, dicho rango que cumple de acuerdo con la normativa.

Palabras clave: Tratamiento de aguas servidas, aguas residuales, conductividad, cálculo de caudal.

ABSTRACT

A design of a domestic wastewater treatment plant in the urbanization of San Antonio has been carried out, the design method was used according to the Building Standard, OS 0.90 Wastewater treatment plants standard, ACI 350.3 R-standard. 17 seismic design of liquid- containing structures E060 Reinforced concrete, RAS-2000, as a complementary methodology. The work began with the compilation of previous studies, the population projection, verification of the design of treatment processes, etc. Subsequently, flow measurements were carried out to obtain the sampling between 12:00 and 1:00 p.m., then the characteristics of domestic wastewater were determined, verifying the physical and chemical parameters (BOD5, STD, SS, COD Conductivity, oils and fats, pH, temperature). Following the results obtained regarding the characteristics of the wastewater, the type of process to treat the wastewater, which is activated sludge, was determined. Using Excel software, each structural element was sized: arrival channel, bars, sand trap, primary settler, activated sludge system and drying bed, these physical units were drawn in AutoCAD at the basic plan level. The BOD5 removal efficiency of the designed plant is 95%, said range that complies with the regulations.

Keywords: Wastewater treatment, wastewater, conductivity, calculation of flow.

I. INTRODUCCIÓN

Existen varios países con un desarrollo económico alto que les permite tratar en un aproximado del 70% sus aguas servidas sean urbanas o industriales las que se producen, dicho número son reducidas al 38% en países que son de rentas medio hasta altas y al 28% en los que son de rentas medio hasta bajas (Unesco, 2017). De los cuales existen países que ya reutilizan las aguas residuales y le dan un uso específico, pero también existen países donde sus aguas residuales no tienen un uso adecuado incluso no cuentan con una planta para tratarlas, además dan uso de la misma agua residual para su uso doméstico como para el aseo personal, limpieza de su hogar, etc. Un ejemplo de ello es la India, según el centro de estudios gubernamental indio NITI-Aayog (2018) menciona en su informe que “En total al año fallecen 200 mil indios por el erróneo suministro o por la contaminación hídrica que viven durante muchos años”. El Perú no es ajeno a esta problemática, en distintos lugares existe la contaminación hídrica, y no solo las aguas residuales contienen desechos fecales, también residuos mineros; el ejemplo más cercano es la zona de la Oroya, su recurso hídrico está tan contaminado por los desechos de minerales producto de las minas, esto se debe a que estas desechan directamente al desagüe y también a los ríos, del cual dicho recurso es usado como agua potable y en el riego de parques, pero esta agua está altamente contaminada y no se cuenta con un sistema de tratamiento para eliminar al 99% los desechos mineros en la Oroya.

Según la Sunass en su informe “Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)” del ámbito de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento” se indica que en total hay 202 plantas de tratamiento en todo el Perú, donde 171 de estas están en funcionamiento (El Peruano, 2022). Dichas plantas recolectan sólo un 14% de aguas residuales que son tratadas y de dicho volumen solo el 50% es reusada para el riego, mientras lo restante son descargados al mar o a los ríos (ANA, 2019). Por ello en muchos distritos de Lima

riegan las áreas verdes con aguas residuales sin ningún tratamiento previo, en el distrito de Ate por su escasez hídrica que mantiene ya un par de años, las áreas verdes no llegan ser regadas en su totalidad, originando que estas se vuelvan un lugar desértico para los habitantes y las demás áreas verdes son regadas por cisternas que son abastecidas de aguas sin un previo tratamiento.

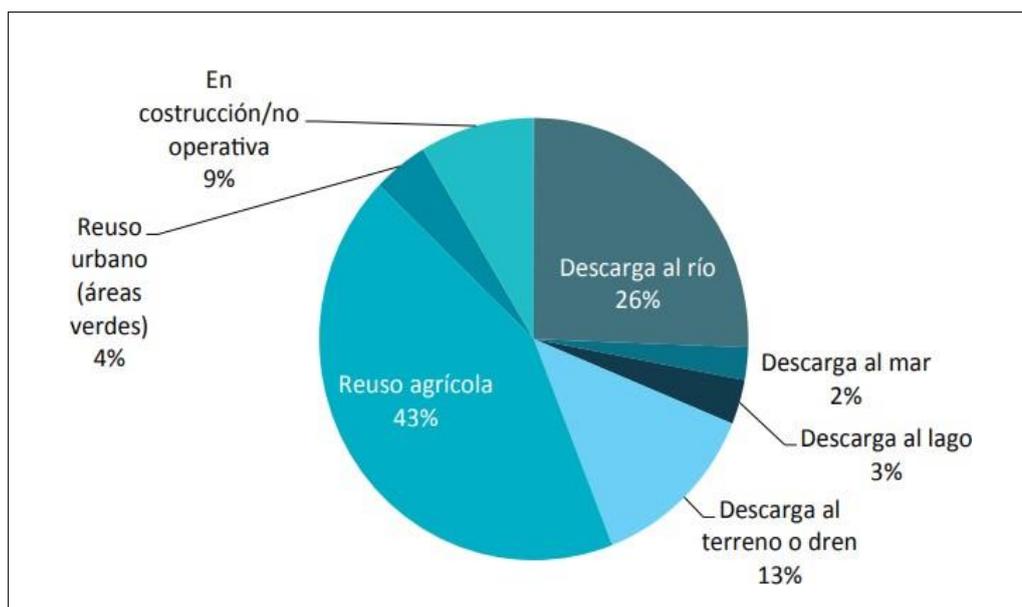


Figura 1. Disposición final que toman las aguas servidas tratadas por las PTAR en Perú.

Teniendo en cuenta los temas mencionados, surge la urgencia de elaborar el diseño de una PTAR que tendrá como prioridad principal y única el regadío de los parques de los habitantes de San Antonio, además de reducir la contaminación ambiental que predomina en dicho sector y el cuidado de la salud pública. Por ello se formula el problema de esta indagación: ¿En qué medida el diseño estructural de la planta de tratamiento contribuirá en el proceso de agua residual para el regadío de parques, Ate 2022?

El trabajo de indagación tiene la intención de elaborar un diseño de Planta de tratamiento funcional de aguas servidas en la zona de San Antonio para poder regar todos los parques de la zona y así aumentar la calidad del agua residual domésticas. Como justificación práctica en este proyecto existe la necesidad de reducir los niveles de toxicidad de

las aguas servidas para poder emplearlas al regadío a través de un sistema hidráulico.

Para dar una respuesta al planteamiento del problema, se propone como objetivo general diseñar una planta de tratamiento y proceso de agua residual para el regadío de parques, Ate 2022. Como objetivos específicos: Analizar las características de las aguas servidas municipales para el diseño de una PTAR y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022; determinar el caudal para el diseño de una PTAR y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022; seleccionar el proceso de tratamiento para el diseño de una PTAR y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022; precisar los elementos estructurales para el diseño estructural de una PTAR y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022. De acuerdo con el problema de la investigación, se elaboró como hipótesis: el diseño estructural de una PTAR contribuye en el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 202

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con la presente investigación se tomó referencias de previos trabajos internacionales y nacionales de diferentes autores para comprender mejor la elaboración del bosquejo de un PTAR.

Como antecedentes nacionales tenemos a López y Herrera (2015), que en su trabajo “Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo La Libertad” tiene como objetivo en elaborar un diseño de una PTAR en el distrito de La Esperanza con el fin de disminuir la contaminación del mar producto de las aguas servidas. Dicha investigación es clasificada como descriptiva, explicativa y normativa. La investigación determinó que en la ciudad de la esperanza en Trujillo usa un aproximado de 36 m³ de agua potable para las áreas verdes, por ello se han planteado dos tipos de sistemas para dar tratamiento a las aguas negras mediante lodos activados y mediante lagunas facultativas; cuyos costos de construcción también fueron estimados dentro de la investigación, donde el proceso de lodos activados en su construcción es el de menor presupuesto. Tales sistemas fueron seleccionados de acuerdo con los levantamientos topográficos, estudios de suelo, caracterización de residuos. Dicho proyecto dará un aporte en el regadío de parques y jardines teniendo un costo disminuido, debido a que será realizado con aguas residuales, que serán tratadas con el proceso de los dos activados, minimizando daño al medio ambiente, minimizando el costo de agua potable que se usaba para regar las áreas verdes.

De acuerdo con Cedrón y Cribilleros (2017) en su investigación, de “Diagnosticodel sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución” tiene como objetivo dar una evaluación de los procedimientos de tratamientos de aguas servidas de los distritos de Moche y Salaverry para ser reemplazadas por el método de lodos activados. Determinaron que las PTARs mediante el sistema de lagunas de estabilización no logran descontaminar completamente al afluente al no cumplir con los

límites máximos permisibles de acuerdo a las normas del SUNASS, las tres plantas existentes permiten que su funcionamiento sea de un costo elevado, por este motivo se recomienda unir el tratamiento de las aguas negras en una sola planta cuya propuesta está en el estudio, lo cual contiene una tecnología adecuada y requerida para la moderación del impacto ambiental y poder reutilizar las aguas negras en el riego de áreas verdes.

En el estudio de López (2018) del Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito el Alto, Talara Piura, su objetivo principal es brindar a la población de Talara un sistema eficiente del tratamiento de aguas residuales. La investigación determinó que en el distrito El Alto existen dos lagunas de oxidación, las cuales se encuentran en muy malas condiciones por el aumento de la población que saturan el volumen de capacidad de almacenar que contienen las lagunas, lo cual ocasiona el rebosamiento de las aguas en dirección terrenos aledaños y áreas privadas lo cual provoca un daño mortal para la salud pública y ambiental.

De acuerdo con Sánchez (2019) que en su investigación de “Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén – Cajamarca 2019” como objetivo es optimizar el método de aguas residuales de la ciudad de Jaén en reemplazar el existente proceso de lagunas de estabilización por el sistema de lodos activados. La investigación determinó que la desinfección química al realizar los lodos activados se logra optimizar las características biológicas hasta lograr sus límites. Mediante los lodos activados como nueva estrategia para dar tratamiento a las aguas negras, obteniendo un 95% de materia orgánica donde se puede encontrar su densidad biológica y química del oxígeno. Debido a los lodos activados posterior al proceso de tratamiento tiene como residuo el dióxido de carbono y no el hidrógeno de sulfuro, demostrando que se puede optimizar las características físicas teniendo en cuenta que el hidrógeno de sulfuro contiene un olor fétido que ocasiona una

problemática para la población aledaña a la planta.

A nivel internacional, tenemos a Galeano y Rojas (2016) con su tesis “Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez – Santander” con el objetivo de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Vélez y así mejorar su calidad. La investigación determinó que el municipio de Vélez no tiene una PTAR, lo cual genera que las aguas negras se dirijan al riego de áreas verdes sin recibir algún tratamiento, motivo por el cual realizaron un diseño de una PTAR, lo cual va a permitir que se reduzca la contaminación, dicha planta está proyectada para el aumento de población hasta el año 2041.

De acuerdo con Huartos (2018) en su tesis de “Análisis comparativo de tecnologías aerobias y anaerobias para el tratamiento de aguas residuales urbanas” con el objetivo de comparar y analizar los sistemas aerobios para el tratamiento de aguas servidas. La investigación determinó que el precio de inversión y funcionamiento de PTAR requiere del contexto en que se encuentre el municipio correspondiente, puede variar el valor económico dependiendo del levantamiento topográfico, los habitantes que serán beneficiados, el caudal de las aguas a tratar, las tecnologías posibles que se apliquen, y demás factores. El seleccionar un método para tratar las aguas negras depende de los factores de decisión como la eficiencia que tendrá, el precio para invertir, operacional, y dar mantenimiento, la complejidad del sistema, la energía requerida, y otros factores más.

Según Morán (2014) en su tesis “Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz” planteo como objetivo el diseño de una PTAR en el poblado de San Juan Chamelco, demostrando con su estudio el proceso de tratamiento que logrará obtener un 88.62% de eficacia al remover las materias que contaminan. Concluyendo que la desinfección química realizada con lodos activados luego de poder degradar la materia podrá lograr optimizar las características biológicas hasta su límite máximo

permisible.

De acuerdo con Morales (2014) en su tesis “Evaluación de la estabilidad de un sistema de lodos activados mediante indicadores fisicoquímicos y biológicos” planteo como objetivo dar una evaluación del proceso de tratamiento de lodos activados sometido a shock toxico. Según su estudio informa que las empresas industriales se han dedicado a reducir el impacto al ambiente que se genera.

Dentro del método de tratamiento de aguas negras con lodos activados consisten en fase primaria y secundaria, donde se eliminan los sólidos suspendidos totales y la DQO respectivamente. Con el proceso de lodos activados la materia orgánica se biodegrada.

Para mayor entendimiento proporcionamos informaciones sobre conceptos respecto a las variables usadas en la tesis. Por aguas residuales entendemos a la acción que el hombre al introducir contaminantes al agua mediante su uso directa o indirectamente; comprometer modificaciones nocivas de su calidad al uso del recurso hídrico de distintas actividades. Estas aguas surgen de la red que abastece de agua a una población, ciudad, etc; luego de haber sido modificadas por distintos usos, sea industrial, comunitaria y doméstica. Las aguas servidas están formadas por elementos químicos, biológicos y físicos; que son una combinación de elementos orgánicos e inorgánicos que se encuentran flotando. (Díaz, Alvarado y Camacho, 2012).

Según (Trapote, 2013). Las aguas servidas se ordenan en: aguas blancas o pluviales, aguas negras o urbanas y aguas grises.

- a) Aguas Pluviales o aguas blancas. Son aguas que provienen de los drenajes o precipitaciones que discurren por la acción de la gravedad. Se caracterizan por la escasa contaminación y el elevado caudal a diferencia de las aguas negras y grises.
- b) Aguas urbanas o negras. Son aguas provenientes de la evacuación de actividades humanas, comerciales,

domésticas, agrícolas, industriales, etc. Estas aguas tienen un grado de contaminación mucho mayor que las otras.

- c) Aguas grises. Aguas que son originadas por las duchas y bañeras, tienen un mínimo de contaminación y al ser tratadas con métodos simples pueden ser recicladas y reutilizadas.

Las aguas servidas cuentan con características físicas, químicas y biológicas. Estas propiedades son fundamentales en el momento de seleccionar un proceso de sistema de agua residual (Pineda, 2017).

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas y biológicas de las aguas servidas.

Características Físicas	Turbiedad, Color, Temperatura, pH, densidad, total de sólidos, materia sedimentable, materia disuelta.
Características Químicas	DBO, DQO, compuestos orgánicos volátiles, oxígeno disuelto, N, etc.
Características Biológicas	Bacterias coliformes, Algas, Hongos, Protozoos, Plantas y Animales, Virus

Los tratamientos de aguas servidas se definen como procedimientos físicos, químicos y biológicos, del cual su objetivo principal es deshacer las afectaciones físicas, químicas y biológicas que están permanente en las aguas servidas hechas por actividades humanas (Pineda, 2017). Para poder desarrollar un correcto diseño de una PTAR se debe obtener los parámetros adecuados que caracteriza las aguas servidas del alcantarillado, pero dicha información es muy compleja, por lo que la adquisición de algunos parámetros fundamentales son más que suficientes para diseñar el sistema de tratamiento.

Tabla 2. Transmisión perjudiciales en aguas residuales, su choque en el medio ambiente y parámetros para cuantificar el grado de contaminación.

Contaminante	Impacto en el medio ambiente	Parámetro
Sólidos Suspendidos	La materia suspendida es estéticamente inaceptable y se asienta como lodos en canales y ríos, y la descomposición anaeróbica degrada los niveles de oxígeno en las aguas superficiales	Sólidos Suspendidos Totales (SST)
Orgánicos Biodegradables	La liberación incontrolada al medio ambiente provocara el agotamiento del O ₂ . Esto origina a la producción de olores y provocara el fallecimiento de la vida acuática en la columna de agua.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Orgánicos No Biodegradables	Estos organismos resisten el proceso biológico, siendo ejemplos típicos los residuos de humus, detergentes, fenoles, residuos de hormona, productos farmacéuticos y pesticidas.	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Nutrientes	El N y el P son esenciales para sustentar la vida acuática, pero en exceso pueden reducir la biodiversidad acuática, reducir el oxígeno, causar la decadencia de peces, olores y la toxicidad	Nitrógeno (N) y Fósforo (P)
Patógenos	La presencia de patógenos en las aguas residuales puede propagar enfermedades. Esto es especialmente importante si las aguas residuales tratadas se utilizan en agricultura o acuicultura.	Bacterias (Coliformes Fecales / 100 ml), virus y huevos de gusanos
Compuestos Tóxicos	Estos pueden tener graves consecuencias para el tratamiento biológico (toxicidad) de la eliminación y el reciclaje de lodos y, finalmente, conducir a la bioacumulación en la cadena alimentaria	Prueba de actividad de organismos indicadores

Olor/Color	Antiestético con efectos tóxicos a largo plazo.	
Efectos termales	Cambios en las condiciones de vida de animales y plantas	Temperatura
Sólidos Disueltos	Los sólidos disueltos están asociados con las aguas residuales tratadas utilizadas en la industria acuícola	Conductividad Eléctrica o Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Según (Norma OS.090) una PTAR es un conjunto de estructuras de las cuales se realizan procedimientos que permiten la purificación de aguas negras para mejorar su condición y respetar las normativas de reutilización.

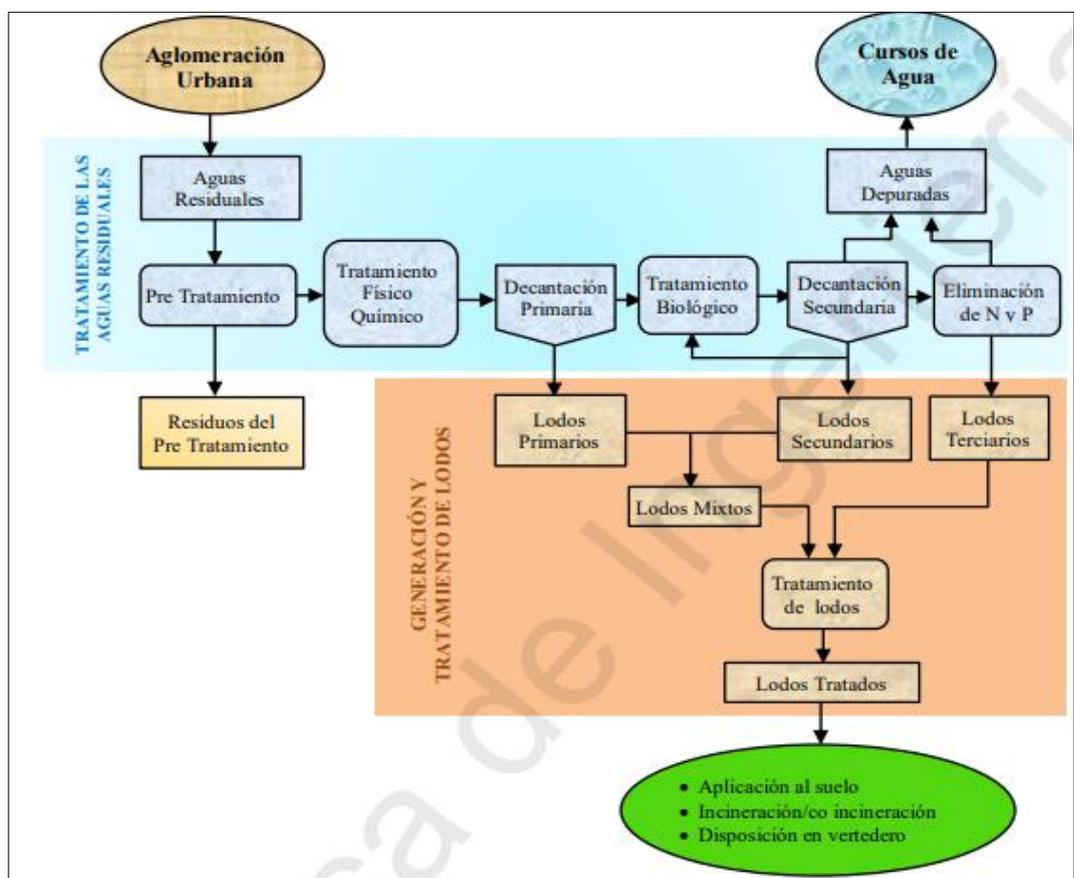


Figura 2. Diagrama de flujo general de PTARs

El tratar el agua servida tiene como principal objetivo producir un afluente capaz de ser descargado sin alterar al medio ambiente. Los contaminantes del agua residual pueden ser eliminados mediante procesos físicos, químicos y biológicos (Moeller, Sandoval, Ramirez,

Cardoso, Escalante Tomasini, 2009).

Operaciones físicas unitarias. - Las operaciones que realizan las variaciones de las singularidades y dominio del agua son a través de aplicar fuerzas físicas, de las cuales son conocidas como operaciones físicas unitarias. Los procedimientos físicos que son utilizados en el proceso del agua residual son: la toma de caudales; pulido; dilaceración; igualdad en caudales; flotación; combinado; volatilización; arrastre y transferencia de gases, etc (Moeller, Sandoval, Ramirez, Cardoso, Escalante Tomasini, 2009).

Operaciones químicas unitarias. - Las operaciones que realizan son a través de reacciones químicas. Los procedimientos que se aplican al tratar aguas servidas son: precipitaciones químicas, adsorción, desinfección, desinfección de cloro, desinfección con cloruro de bromo, entre otros (Metcalf y Eddy, 1995).

Operaciones biológicas unitarias. - En este proceso la supresión de los contaminantes es ejecutada a través de la oxidación biológica mediante microorganismos. Los fundamentales procesos biológicos que son aplicados al tratar aguas residuales son: procesos anaerobios; procesos aerobios; sistemas anóxicos; sistemas anaerobios, y los procesos de lagunaje. Estos se aplican principalmente a la eliminación de la sustancia organizada carbonosa las muestras (DBO), requerimiento químico de oxigenación (DQO), desnitrificación y estabilización de fangos (Metcalf y Eddy, 1995).

Dentro del tratamiento de aguas servidas se dispone de diversas de operaciones y procesos que ayudan a depurar las aguas servidas (Pineda, 2017). Dichos procesos son:

El **pretratamiento** de las aguas servidas está destinado a eliminar aquellos componentes de las aguas residuales que pueden interferir al

mantenimiento y operación de los procesos posteriores. Los ejemplos más usados en las aguas servidas son las rejillas o canal de cribado con barras, desarenadores y vertederocontrol (Norma OS.0.90, 2006).

Tabla 3. Procesos de pretratamiento de Aguas Servidas

TRATAMIENTO PRELIMINAR
a) Rejillas
b) Desarenadores
c) Cisterna desarenadores
d) Aireación pre liminar

El canal de llegada es un elemento estructural abierta que recibe las aguas servidas, está se ejecuta para el control de velocidades al ingreso de la PTAR. Los ejemplos más utilizados son los vertederos, canaletas Parshall, compuertas, entre muchos más dispositivos que controlan la velocidad y la cantidad de caudal que se está trasladando (Paz y Ruiz, 2017). Para toda planta de tratamiento sea simple o compleja se debe de usar canal de llegada, están conformadas por tres canales con cribas de idénticas dimensiones, en estos tres canales uno funcionará como puente de existir algún suceso o para sostenimiento y de otros dos canales estarán elaborados y se podrá transportar el máximo cauce en distintos horarios(OS.090, 2006).

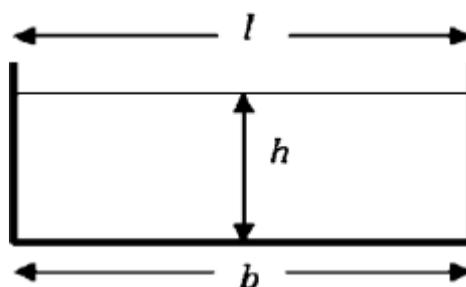


Figura 3. Canal de llegada – Elementos geométricos

BASE (B) Para el fondo del conducto está recomendado que la distancia entre lados sea similar que la tubería del alcantarillado.

ALTURA (H): Refiere distancia de abajo hacia arriba que tiene el fluido

dentro alcantarillado. Esta altura se resuelve mediante la próxima ecuación:

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

COEFICIENTE DE MANNING (K): Comprueba la rapidez en la que transcurre el agua en el canal. Se resuelve con la siguiente formula:

$$K = \frac{Q_{MH} * n}{b^{8/3} * S^{1/2}}$$

Radio Hidráulico (Rh).- Por el diseño del canal, el radio hidráulico está representado por el ancho y altura del canal mediante la siguiente formula:

$$R_h = \frac{b * h}{b + 2 * h}$$

Velocidad (V).- Mediante la fórmula de Manning se calculará la velocidad del canal:

$$V = \frac{1}{2} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Según la OS.090 (2006) indica que la velocidad del canal debe de estar entre un rango 0.30 y 0.60 m/s, donde la velocidad de 0.45 m/s es la más recomendada en utilizar.

Las rejillas y cribado con barras funcionan como retención de solidos suspendidos de diferentes dimensiones que trae el agua servida, esto evita que se obture los equipos en la PTAR. Las rejillas se clasifican de acuerdo con el uso que se da y sus características que se necesitan (Paz y Ruiz, 2017). Estas se clasifican en cinco tipos:

Tabla 4. Clasificación y tipo de rejillas.

CLASIFICACIÓN	TIPO
a) De acuerdo con el tratamiento desinfección	Lavado manual Lavado mecánica
b) De acuerdo a la dimensión de los agujeros	Rejas grandes: Orificio $\geq 0,64$ cm (1/4 pulgadas)
c) Según su posición	Rejas delgadas: Orificio $< 0,64$ cm
d) Según la sección transversal de sus barras	Rejas estables Rejas móviles
e) Depende de la dimensión del elemento que se quiere retirar	cuadrado, rectangular, circular Delgadas (0,10-2,50 cm) Intermedio (1,50-2,50 cm) Grandes (2,50-5,00 cm)

En el diseño de las cribas las rejillas deben de estar colocadas en el canal de manera que tengan una inclinación en el piso. El canal debe de ser uniforme, que sea horizontal y recto para que los residuos sólidos estén distribuidos uniformemente.

a) Tirante de agua en el canal (h): Refiere al nivel de agua que tiene en el alcantarillado.

Se obtiene resolviendo la siguiente ecuación.

$$h = \frac{Al}{b}$$

b) Área libre al paso del agua (al).- Señala la rapidez del flujo dentro del canal. Se indica la velocidad con la que pasa por las rejillas debe de ser constante y no menor a 0,60 m/s.

$$Al = \frac{Q}{V_b}$$

c) Longitud de barras (Lb).- La distancia entre barrillas deben ser una dimensión conveniente para su limpieza. Se resuelve mediante la siguiente formula:

$$L_b = \frac{H_s}{\text{sen } \alpha}$$

Se aconseja usar 45 y 60 grados de chaflan de declive de las barrillas y poder realizar manualmente su mantenimiento.

- d) Altura total del canal (H).- Refiere a la elevación del líquido en el alcantarillado más la elevación de confianza que en su mayoría suele ser datos sugerido. Puede obtenerse mediante la fórmula:

$$H = h + H_s$$

- e) Número de barras (n).- Se recomienda colocar 2 a más barras para tener mayor facilidad en su mantenimiento. Se puede estimar el número de barras mediante con la ecuación:

$$n = \left(\frac{b}{e + S} \right) - 1$$

El desarenador ayuda a separar las aguas servidas, los casquijos y partículas en suspensión gruesas, para impedir que se acumulen tuberías de distribución, prevenir que las máquinas de la abrasión se sobrecarguen para las técnicas que siguen continuación del tratamiento. El desarenador remueve partículas mayores a 0,2 mm.

El desarenador consiste en un área de entrada con distribución de flujo uniforme; zona de sedimentación, en la que el sistema de sedimentación de partículas se realiza bajo la influencia a la gravitación; en el área donde desemboca en la cual su rapidez es constante y no cambia el resto de la arena depositada; sitio de tratamiento y sitio de eliminación. El diseño del desarenador requiere la selección de un método de limpieza, pero es mejor utilizar el método manual. Según su mecanismo de remoción, su método es la gravedad horizontal.

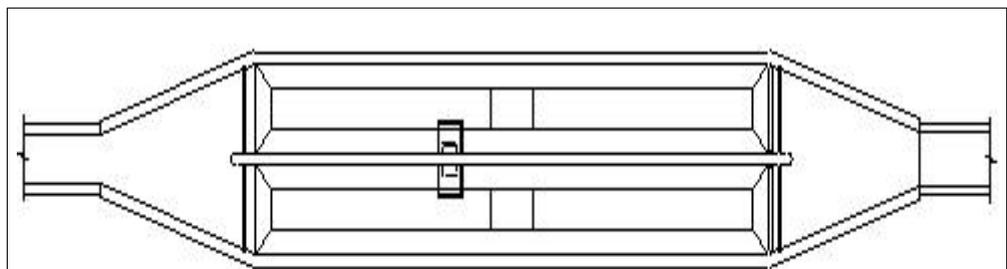


Figura 4. Desarenador de dos unidades en paralelo

Se puede controlar el flujo del agua servida se diseña un canal Parshall, esta determina la elevación máx. h_{max} (m), elevación mín. h_{min} (m), espacio máx. (m) y espacio mín. (m) para los caudales máximos y mínimos para un ancho de garganta b , de acuerdo con la siguiente formula:

$$w = \frac{3}{2} \left(\frac{kbh^{\frac{1}{2}}}{b_h} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{Q}{hV_h} \right)$$

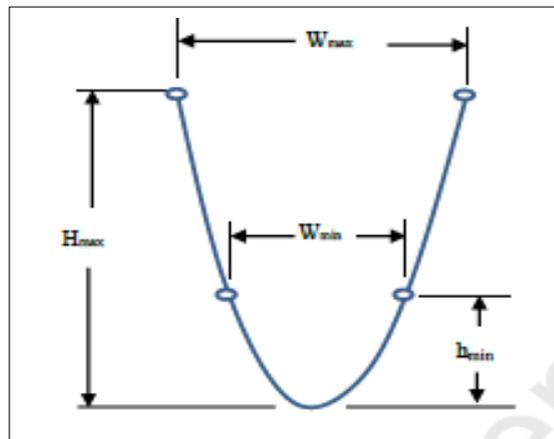


Figura 5. Parábola seccional del Parshall

Se recomienda que la relación larga/ancho debe de estar comprendido entre los intervalos 2,5, 1-6, 1.1, la correlación del el ancho y la profundidad 1,2-5,2 también el nivel de fono del desarenador debe de estar comprendida entre 2 y 5.1 m.

Rapidez de sedimentación (R_s): Puede obtenerse mediante la correlación de la ley de Stokes

$$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{p_s - p}{\mu} \right) d^2$$

Cantidad de Reynolds (Re): La correlación de las potencias iniciales y las

potencias densas tiene que superar a 0,6 al incumplir con ello, tendrá que ajustar el valor de Vs. Se comprueba mediante la ecuación:

$$Re = \frac{d * \rho * V_s}{\mu}$$

Coefficiente de arrastre (CD): se calcula teniendo como dato el número e Reynolds a partir del valor de Vs calculado, antes de ello se comprueba que el valor de Reynolds sea menor de 0,5.

$$C_d = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0,34$$

Rapidez de desplazamiento (Rd): Esta es la rapidez maxima de la materia suspendida, usando la siguiente formula:

$$Rd = 125\sqrt{(p_s - 1) * d}$$

Longitud teórica (LT): Se debe agregar un 50% más que la longitud teórica paratener la longitud total del módulo de aterrizaje.

$$LT = \frac{Vh}{V_s}$$

Velocidad Horizontal:

$$V_h = Vd * Fs$$

Sección Transversal:

$$At = \frac{Q_{Diseño}}{V_h}$$

Tiempo de retención:

$$t = \frac{L}{V_h}$$

Es obligatoriamente colocar posterior a la tamización un controlador de cauce de tipo Parshall. Son tipos de cámaras de distribución con entrada central y caudal ascendente, con rebosaderos o cuadrados y dotadas de compuertas manuales

El **Procedimiento primario** tiene la finalidad de quitar algunos sólidos, siempre y cuando estos se encuentren suspendidos en el fluido reciclado. La eliminación es realizada por actividades físicas como la sedimentación.

Tabla 5. Procedimiento primario de líquidos reciclados

TRATAMIENTO PRIMARIO
a) Sedimento simple
b) Precipitación química y sedimentación
c) Lodos
d) Purificación
e) Filtrador Groseros
f) Lechos de secado

Este proceso implica una separación entre partículas suspendidas por gravedad porque su gravitación determinada es más elevada que del líquido a tratar. Este proceso es el más utilizado en el tratado de líquidos reciclados. Se utiliza como separador de arena o partículas en suspensión del agua cruda, correspondiendo una eliminación de moléculas mínimas a 0,2 mm y máximas a 0.04 mm. El estanque deber ser rectangular o circular con puntas inclinadas para drenar los lodos. El tanque de sedimentación principal está diseñado como dos unidades, una de las cuales se puede inspeccionar. Las secciones de estanques de lodos convencionales están divididas en cuatro fases:

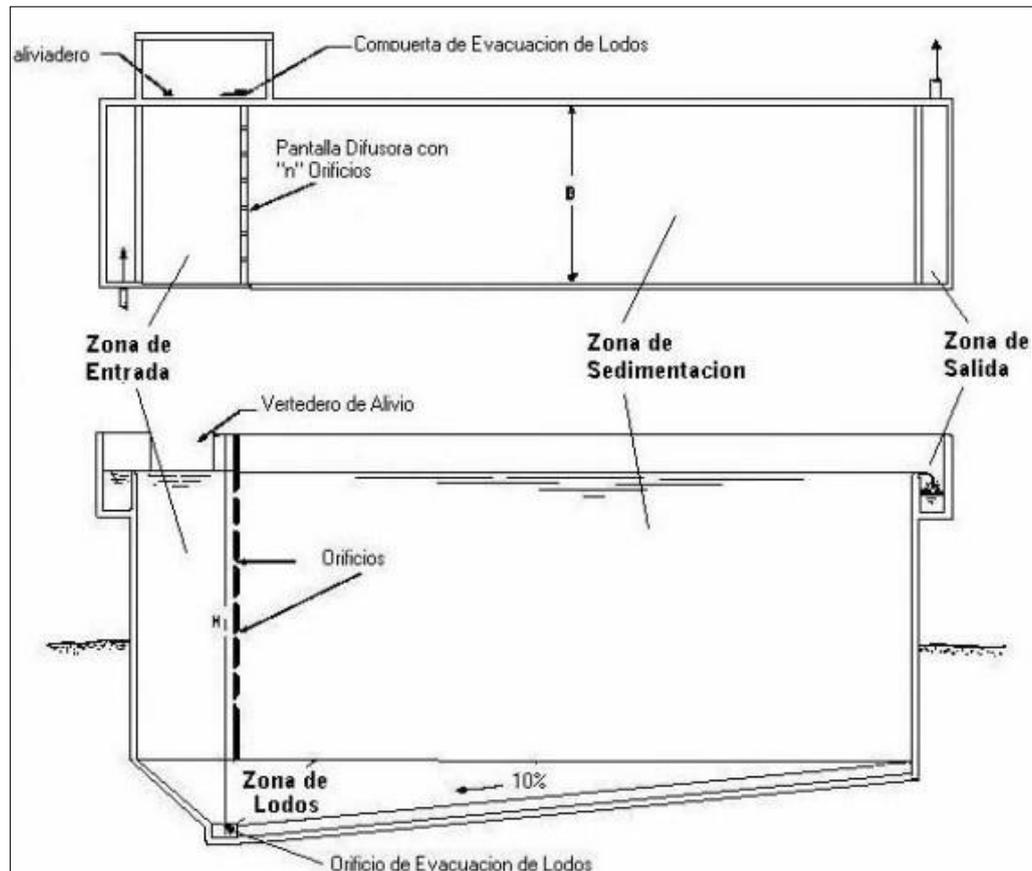


Figura 6. Corte y Planta de Sedimentador primario

Zona de entrada: realiza la uniformidad del agua en el sedimentador.

- Los agujeros tienen que estar en un chaflán de 16° con respecto al rumbo del corriente.
- Pantalla difusora: se ubica dentro 0,3 m y 1,01 m de espacio del muro de ingreso. Está conformado por agujeros.
- Área total de Orificios (A_0): Lo obtienen mediante una fórmula, se considera que la velocidad dentro del pozo debe ser similar a la horizontal del decantador.

$$A_0 = \frac{Q}{V_0}$$

- El valor del diámetro del orificio se asume y puede obtenerse su espaciopara un sector redondo:

$$a_0 = \frac{\pi * \phi^2}{4}$$

- Numero de orificios (n_0): la cantidad de orificios se obtiene mediante la siguiente formula:

$$n_0 = \frac{A_0}{a_0}$$

Zona de sedimentación: la velocidad tiene que ser constante en toda el área de la zona y la dirección del flujo es horizontal. Los sedimentadores son diseñados especialmente para un tamaño mínimo de partículas, además de remover las partículas de mayor dimensión.

- El sedimentador tiene una profundidad de 1.9 a 4 m. Además, la correlación de medidas entre largo y ancho (L/B) es entre los datos 3.1-5.9 y la correlación entre largo y profundidad (L/H) es entre los datos 5.1-20.1.
- Área superficial de la unidad (A_s): es la superficie de la zona de sedimentación, mediante a la siguiente relación:

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

- Velocidad horizontal (V_H): la velocidad de la corriente horizontal está relacionada con los valores de longitud y altura:

$$\frac{L}{H} = \frac{V_H}{V_s}$$

- La velocidad horizontal se calcula de la siguiente formula

$$V_H = \frac{100 * Q}{B * H}$$

- Partículas discretas (V_{si}): mediante Ley planteada por Stokes, logra obtener la rapidez de molécula discretas:

$$V_{si} = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_p - \rho}{\mu} \right) * d_{pd}^2$$

- Partículas críticas (V_{sc}): mediante la fórmula de Allen se calcula la velocidad de sedimentación para partículas críticas:

$$V_{sc} = 0,22 * \left(\frac{p_p - p}{p} * g \right)^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{d_{pc}}{(v)^{1/3}} \right)$$

- Tiempo de contención hidráulico (TCH) es el periodo de tardanza de las partículas proyectadas en llegar a los de fangos. Se obtiene mediante la fórmula:

$$P_{RH} = \frac{Vol}{Q}$$

- Elevación Límite para moléculas ocultas (h): La elevación límite desde el fondo de decantador donde las partículas individuales pueden pasar hasta los fangos dentro de un tiempo límite:

$$h = V_{si} * P_{RH}$$

- Elevación límite para moléculas críticas (H): migración límite de moléculas fuertes a través del área de sedimentos durante un periodo de contención hidráulica dado:

$$H = V_{sc} * P_{RH}$$

Zona de lodos: el fondo del decantador tiene una pendiente mínima de 1.6 verticalmente a 1.1 horizontalmente para facilitar el desliz de sedimentos, los fangos se recogen con un embudo y se almacenan en dos ciclos de evacuación a través de tuberías y válvulas. La rapidez dentro del conducto de salida de lodos primarios tiende a ser inferior a 0.8 m/s.

Zona de salida: la longitud de la cresta de la presa es similar a la distancia de lados del sedimentador, y la elevación del agua sobre el nivel máximo de la presa, la cual puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$ha = \left(\frac{Q}{1,84 * b} \right)$$

El tratamiento secundario refiere al proceso biológico con una eficiencia de eliminación superior al 80% para de DBO soluble. Los tratamientos biológicos del agua residual es utilizar microorganismos para eliminar contaminantes del agua. Los compuestos orgánicos solubles e insolubles, así como el nitrógeno, se eliminan eficazmente por medios biológicos. El fósforo también se puede eliminar biológicamente, aunque este proceso aún no se ha implementado de la misma manera en anteriores plantas de tratamiento (Buitrón, Reino y Carrera, 2017)

Existen distintos sistemas biológicos para tratar los residuos sólidos pero los más conocidos son el sistema de lodos activados, filtros percoladores, biodiscos y lagunas de estabilización, estos son los sistemas con los que las plantas de tratamiento frecuentan al manipular sus aguas, pueden usar para consumo humano, para riego de parques o para cualquier otra finalidad siempre que se cumpla con los parámetros según el tipo de uso.

Tabla 6. Sistemas de tratamiento secundaria de aguas servidas

TRATAMIENTO SECUNDARIA
<p>a) Lodos activados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dé cabida convencional • De alta capacidad <p>b) Exudación Biológica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con aireación prolongada • De mínima capacidad • De máxima capacidad

Un método de lodos activados es el método de procedimiento en el que los líquidos reciclados y los lodos activados se mezclan y airean en un

estanque, luego se separan por sedimentación y se reutilizan en el sistema.

El sistema de lodo activado consta de tres fases operativas:

- a) Tanque sedimentador primario.- Provee la salida de líquidos en forma de chorros donde sedimenta los sólidos flotantes, pasan por un tratamiento anaeróbico con carga orgánica.
- b) Planta de ventilación.- Conocido como biorreactor. Existe un suministro continuo de atmosfera, que se distribuye en la parte inferior del tanque por un difusor de aire. Dentro de este procedimiento se remueven los ingredientes causantes de olores, grasas, etc.
- c) Dispositivo de sedimentación secundaria.- Si se elabora un proceso de tala que no se realizó en el proceso anterior. Actúa principalmente como agente clarificante. Entre los diferentes tipos de fangos activados se encuentran:
 - Lodos activados convencionales.- Tienen un mayor uso. Suministro de aire uniforme en el cual realiza la absorción, floculantes y corrosión de las sustancias orgánicas
 - Aireación gradual.- incluida la inyección de agua servida en distintos lados del depósito de aireación. El consumo de oxígeno se distribuye en el punto de suministro, lo que aumenta la eficiencia de distribución del aire en el sistema de inyección
 - Combinación total.- se determina prioritariamente en la combinación total entre el líquido reciclado con la cantidad microbiana dentro del estanque de ventilación.
 - Aireación prolongada.- Los métodos de aireación se

caracterizan por altos tiempos de retención hidráulica (18 a 36 horas), proporcionan altas tasas de oxidación y potencialmente eliminan altos porcentajes de contaminantes.

Elaboración del estanque de ventilación o biorreactor

Dimensión del estanque (Dr).- se determina el dimensión del estanque de ventilación, debe seleccionarse de acuerdo con dos criterios principales:

- a) Tiempo de retención suficiente para eliminar la demanda biológica de oxígeno y conservar la acción de la biomasa basada en la aspiración microbiana.
- b) Controlar el barro suspendido y tener buenas propiedades.

El factor X necesita de la transmisión de oxigenación, sus características sobre mezcla del sistema de aireación y la carga de fase sólida permitida del tanque de sedimentación secundario, y el valor permitido es de 250 mg/L.

Los datos del coeficiente cinético dentro de la fórmula se lograron calcular al conocer cada uno de los datos experimentales usando la tabla 04.

$$Vr = \frac{\theta_c * Q * \eta * (S_0 - S)}{X * (1 + k_d * \theta_c)}$$

Tabla 7. Coeficiente cinético típico para el proceso de lodos activados.

Coef.	Und.	Val. a 25°C	
		Rango	Valores
	mg/L DBO5	26-11	6
K	d ⁻¹	3-112	61
kd	d ⁻¹	0.022-0.079	42
Ks	mg/L DQO	0.3-0.9	0.7
Y	mgSSV/mgDBO5	16-71	0.05

El periodo de constante residencia de la celda debe ser un indicador de la

relación del periodo de consistencia junto a la cinética del procedimiento, se necesita información de la literatura o de ensayos piloto para evaluar esto. Por razones prácticas, debería corresponder a una temperatura de agua residual de 17°C durante 5 días.

- Vinculo sustento/Microbio (F/M-A/M): esto ayuda a determinar qué proceso de lodos activados se requiere usar.

Para hallar el vínculo sustento/microbio se usará (F/M) se determina mediante la siguiente formula:

$$\frac{F}{M} = \frac{QS_0}{VX} \text{ o } \frac{F}{M} = \frac{QS_0}{td}$$

- Rentabilidad en la limpieza (E) (%), el vínculo entre la sustancia orgánica separada y el volumen de sustancias orgánicas que ingresan al biorreactor.

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0}$$

- El incremento del volumen de los SSVLM (kg/día)

$$P = Y_{obs} * Q * (S_0 - S)$$

Donde Y_{obs} se puede calcular:

$$Y_{obs} = \frac{y}{1 + k_d(\theta_c)}$$

- Incremento del volumen total del licor combinado como SS

$$P_{SS} = \frac{P}{0.80}; \left(\frac{kg}{día}\right)$$

De las muestras de plantas supuestas y recopilación de información se tiene el vínculo de SSVLM/SSLM=0.80 por ello la formula es:

$$P_{SS} = \frac{P}{0.80} \left(\frac{kg}{día}\right)$$

- Cantidad de volumen de organismos (L_v), (kg DBO5/m³/día)

$$L_v \left(\frac{\text{kg DBO}_5}{\text{m}^3 - \text{día}} \right) = \frac{S_0 * Q}{V}$$

- Periodo de detención hidráulico (t_d):

$$t_d = \frac{V}{Q}$$

- Movimiento de lodos, para determinar las distintas cantidades de movimiento de lodos. Se toma como punto la siguiente tabla:

Tabla 8. Dimensión establecidos para cálculos de recirculación de lodos.

DIMENSION	VALORACION	CIRCUNSTANCIA
SSVLM	2,000 mg/l	La cisterna
SSV	8,000 mg/l	El movimiento de repetición
Categoría	25% hasta 50%	Porcentaje del movimiento de repetición de lodos según la información recolectada

- La elaboración de lodo es:

$$P_x = \frac{YQ(S_0 - S)}{1 + k_d \theta_c} = \frac{xv}{\theta_c}$$

- La elaboración de sólidos disueltos de residuo es:

$$\text{lodo seco} = \frac{P_x}{\% \text{ sólidos volátiles totales}}$$

- El caudal de lodo de desecho será:

$$Q_w = \frac{\text{Lodo Seco}}{\text{conc. de sólidos totales del lodo sedimentado}}$$

- El volumen de acuerdo a un tiempo determinado de movimiento repetitivo será:

$$Q_R = \frac{QX}{X_R - X}$$

- El vínculo del movimiento de repetición se resuelve mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{Q_R}{Q}$$

Se tiene que tener en cuenta algunas características que están determinadas por la norma OS.090, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Valores referenciales para Diseñar una PTAR

CLASE DE PROCEDIM.	EDAD DEL LODO (d)	CARGA VOLUMÉTRICA kg(DBO/m.día)	TEMPO DE CONTENCIÓN (h)
Conv.	2-16	0.4-0.7	3-9
Combinación total	4-16	0.7-2.1	4-6
Zanja de oxidación	32-41	0.3-0.4	19-38
Ventilación extendida	15-70	0.3-0.4	17-49
Maxima carga	3-5	1.0-3.1	3-5
Ventilación escalonada	4-16	0.4-0.8	2-7

Tabla 10. Consideraciones con algunos parámetros, para diseñar la PTAR

Clase de procedimiento	Eliminación de DBO	Eliminación de DBQ	DBO/(kgSSV TA.día)	Retorno (%)
Conv.	80-95	1.2-3.1	0.3-0.5	20-55
Combinación total	76-97	2.9-6.2	0.1-0.5	26-110
Zanja de oxidación	69-89	3.1-6.3	0.04-0.32	77-305
Ventilación extendida	71-94	3.1-6.9	0.04-0.52	72-350
Maxima carga	72-96	4.1-1.5	0.3-1.60	35-600
Ventilacion escalonada	71-93	2.2-3.4	0.3-0.6	24-76

- La porción de H₂O pedido es:

$$DO = 1.5 * Q(S_0 - S_e) - 1.42 * X_R * Q_w$$

- El caudal de aire en condiciones normales es:

$$Q_{Aire} = \frac{DO}{0.232(1.20)}$$

Para la eficacia de transferencia de O₂ de la unidad de aireación en los requisitos verdaderos del 8-5 la porción verdadero de aire es:

$$Q_{Aire} = \frac{Q_{Aire}}{\% \text{ eficiencia de transmision de } O_2}$$

- Capacidad de aire solicitado por unidad de DBO en el tanque de recirculado es:

$$\frac{Q_{Aire}}{DBO}$$

- La capacidad de Aire solicitado por unidad de DBO retirado será:

$$\frac{Q_{Aire}}{DBO_R}$$

- La definición de la fuerza de los aireadores automaticos

Tabla 11. Consideraciones de los aireadores mecánicos.

Fuerza del Impulsor HP	Transferencia de Oxigeno	
	L.b O ₂ /HP hora	L.b O ₂ /hr
3,00	3;50	10:50
5,00	3;50	17:50
7.50	3;50	27:40
10,00	3;40	34:00
15,00	3;40	51:00
20,00	3;30	66:00
25,00	3;30	82:50
30,00	3;30	99:00
40,00	3;30	132:00
50,00	3;30	165:00
60,00	3;30	198:00
75,00	3;20	240:00
100,00	3;20	320:00
125,00	3;20	400:00
150,00	3;20	480:00

Boceto del segundo decantador; para el boceto del segundo decantador se tiene en cuenta las siguientes indicaciones:

- ✓ El boceto se realiza para caudales MH.
- ✓ Para las distintas del procesamiento de lodos (excluyendo aeración prolongada) se deduce las siguientes limitaciones

Tabla 12. Consideraciones de los aireadores mecánicos.

TIPO DE TRATAMIENTO	CARGA DE ÁREA m^3/m^3*d		CAPACIDAD kg/m^2*h		Hondo (m)
	Med.	Máx.	Med.	Máx.	
Decantador a continuación de lodos activados	16.0-32.0	40.0-48.0	3,0-6,0	9,00	3.50-5.0
Decantador a continuación de aeración prolongada	8.0-16.0	24.0-32.0	1,00-5,00	7,00	3,50-5,0

Se adoptarán los primeros bocetos que es rectangular del decantador primario, se tiene que tener en cuenta la siguiente información

- El vínculo entre longitud/extenso debe ser al menos 4/1 metro
- La relación entre ancho y hondo debe ser $\frac{1}{2}$
- Las instalaciones reducido (hasta $300 m^3$) es posible su boceto decantadores circulares sin mecanismos de barrido de lodos, con forma de pirámides opuestas con ángulos ínfimo de 60° de acuerdo a la horizontal

Además, para el movimiento repetitivo de lodos se tiene que saber algunos aspectos fundamentales:

- El lodo de regreso se tiene que bombear a una cámara para repartir con puertas artesanal y vertederos así se puede separar el lodo excesivo.

Los digestores normales libres son procesos normales que su función es estabilizar los lodos⁵ que provienen del tratamiento de lodos.

- Diseño: círculo o rectángulo
- Hondo: entre 3.00 a 5.00 metros y su área se calculará mediante el uso de una carga plana que está comprendida entre 0,10 y 0,250 kg SSV/(m²*d)
- Consideraciones generales
 - a. Volumen diario de lodos digeridos (Vld)

$$Vld = \frac{Ml}{\rho_{lodo} * \left(\frac{\% \text{ Sólidos}}{100\%}\right)}$$

% sólidos: porcentaje (%) asumir entre 8.0 y 12.0%

Los lechos de secado son sistemas simples y económicos para deshidratar lodos reciclados de varios sistemas de tratamiento como decantadores. Reducen el agua del lodo por evaporación y se filtra, dejando un residuo sólido con un volumen de humedad no menos al 71%. El lodo seco se saca del lecho y su uso es diferente ya que se puede usar para fertilizante para el suelo o desecharlo.

La construcción del diseño del lecho de secado se puede realizar mediante material de concreto o de tierra (con diques) con profundidad total útil de 50 a 60 cm.

- Diseño: generalmente rectangular
- Hondo: entre mayor a 19 y menor de 40 cm
- Periodo de aplicación: 4 a 6 horas
- Volumen de lodos a extraerse (Vel):

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

- Carga de sólidos en el sedimentador (C):

$$C = Q * SS$$

Dónde: Q: Caudal diseño (L/s)

SS: Sólidos Suspendidos (mg/L)

- Masa de lodos (MI):

$$MI = (0.5 * 0.7 * 0.5 * c) + (0.5 * 0.3 * c)$$

- Área del lecho de secado (Als):

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Dónde: Ha: Profundidad de aplicación (m)

Adicionalmente se debe comprobar los requisitos de área teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones, mostrada en la Tabla

Tabla 13. Requisitos del área según tipo de origen de los lodos.

Tipo de lodo digerido	kg sólidos/(m ² *año)
Primario	120,00 – 200,00
Primario y filtros percoladores	100,00 – 160,00
Primario y lodos activados	60,00 – 100,00
Zanjas de oxidación	110,00 – 200,00

- Área individual de los lechos de secado (Als_i)

$$Als_i = \frac{Als}{N^{\circ} Lechos}$$

En pocos casos se considerará 2 lechos de secados por el tiempo de secado de 6 meses.

- Longitud del lecho de secado (L):

$$L = \frac{Als_i}{b}$$

La eficacia del sistema es un límite muy fundamental que va originar el cálculo de proporción de eliminación de infecciones del sistema general, es decir, la eficacia de eliminación que tiene la PTAR planteada, además, este proporcionar resultados que permitan comparar con los Estándares de Calidad de Agua, como se muestra en la Tabla

Los cálculos se realizan de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

- Eficiencia en cada etapa de tratamiento:

$$E = 0.955 * e^{-\left(\frac{265}{S_0} + 0.0021 * \frac{Q}{A}\right)}$$

- Eficiencia general de la Planta

$$ET = \frac{S_0 - S_e}{S_0} * 100$$

- La concentración de contaminantes en el efluente se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_e = \left(S_0 * \frac{\text{Rendimiento teórico \%}}{100 \%} \right) - S_0$$

La medición de caudal determina cuanto es la cantidad de volumen de agua residual que es vertida en un tiempo determinado. De acuerdo con los datos obtenidos, se podrá hallar los caudales promedios, máximos y mínimos. Este método también sirve para la toma de muestras para determinar los contaminantes que se encuentran presentes en las aguas servidas. Es esencial determinar los caudales individualmente ya que afectan directamente al diseño de la planta de tratamiento, esto evita los errores de cálculos finales respecto al diseño y su dimensionamiento.

Caudal Medio Diario (Q_{MD}): es el promedio de los caudales tomado durante 24 horas. Se calcula mediante la siguiente formula:

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETA}}{86400}$$

Caudal Máximo Horario (Q_{MH}): es el caudal utilizado para los diseños de los colectores. Se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{MH} = F * Q_{MD}$$

Dónde: F: Factor de mayorización (el factor disminuye a medida que aumente la cantidad de habitantes, esto sucede ya que uso del agua es irregular y el sistema de tuberías contribuye en amortiguar cada vez más los picos de caudal, se calcula mediante la siguiente formula:

$$F = \frac{3,53}{Q_{MD}^{0,062}}$$

Caudal de diseño (QD):

$$Q_D = Q_I + Q_{MH} + Q_{CH}$$

Para obtener el caudal de diseño a partir de las poblaciones proyectadas, se utiliza la siguiente formula:

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETA}}{86400}$$

Para determinar el coeficiente de retorno (C_R), se estima de acuerdo con la complejidad del sistema.

Caudal de infiltración (QINF):

$$Q_{INF} = GPC * A_T$$

Caudal de conexiones erradas (QCH): el aforo del tubo lleno sea como 5 veces el caudal medio diario de aguas residuales. Se determina mediante la siguiente tabla:

Tabla 14. Aportes máximos por conexiones erradas

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L/s-ha)
Pequeño y Intermedio	0,20

Intermedio elevado y elevado	0,10
------------------------------	------

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo descriptiva ya que al finalizar el diseño final de la PTAR se obtuvo como respuesta las características y propiedades (Hernández, Fernández y Baptista, 2014); también fue de tipo “aplicada”, debido a que se lleva inmediatamente a la práctica el conocimiento y teorías generales para solucionar los inconvenientes que se dan en la sociedad (Baena, 2017).

Diseño de investigación

Este diseño de tesis es de tipo no “experimental”, debido a que no se manipulan las variables, ya que solo se limitará en observar las variables en su estado natural (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2. Variable y operacionalización

3.2.1. Variable independiente: Diseño Planta de Tratamiento

Definición conceptual: El diseño de una PTAR es una totalidad de estudios de factibilidad que determinan los adecuados elementos estructurales que se deben de construir para permitir la depuración de aguas servidas (Norma OS.090, 2006).

Definición operacional: El proyecto se ejecutará de acuerdo a los parámetros ya establecidos de la norma OS 090 Planta de tratamiento de aguas residuales, la norma ACI 350.3 R-17 de diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos, E.020 Cargas, E.050 Suelos y cimentaciones, E.060 Concreto armado

3.2.2. Variable dependiente: Proceso de Aguas Residuales

Definición conceptual: El tratamiento de aguas residuales se define mediante desarrollos físicos, químicos y biológicos que

su principal enfoque es deshacer los contaminantes que se encuentran en las aguas negras. Dentro del tratamiento de aguas negras se dispone de una gran variedad de operaciones y procesos. (Pineda, 2017).

Definición operacional: El proyecto se ejecutará de acuerdo a los parámetros indicados en el N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los afluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

3.3. Población y Muestra Población

Para el proyecto se tomó como población la totalidad de aguas servidas evacuadas por el distrito de Ate.

Muestra

Para el proyecto se consideró como muestra las aguas servidas evacuadas por los habitantes residentes de San Antonio.

Muestreo

El muestreo que se escogió para el presente trabajo es no probabilístico. La selección se realizó de acuerdo con la perspectiva del investigador teniendo en cuenta que las aguas residuales se escogieron en el horario de mayor concentración.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Determinación de puntos para el muestreo

Se realizó una evaluación previa revisando el recorrido que toman las aguas, para de esta manera determinar cuáles serían los puntos donde se obtendrían las muestras. El primer punto se tomó en la zona de las Américas por la cual pasa el colector de amauta y de Américas y zona de valle, el segundo punto se tomó en la zona de racuana que es donde se uniendo los siguientes ramales que vienen de la zona de racuana, mercado de las Américas, el siguiente punto se tomó

en la zona de San Antonio para de esta manera determinar toda la cantidad promedio de las aguas que pasan por el colector que está ubicado cerca a nuestra zona de estudio donde se ubicara la planta de tratamiento de agua residual.

3.5. Procedimientos

- **Medición de caudales.**

Para determinar el caudal de salida del colector se tomaron medidas horarias durante 3 días, dentro de un tiempo de 18 horas, y medidas intermedias durante 1 semana en cada salida, que se consideró representativa, para detectar cambios en el tráfico.

Esto le ayudará a hacer una comparación con el proceso de diseño que llevará más tiempo. Dicho flujo debe estar relacionado con la población contribuyente de cada descarga para determinar la dosis de agua residual adecuada.

Método

La técnica de la pendiente se usa para medir el caudal usando la fórmula de Manning. Para realizar este método, la pendiente y la circunferencia mojada deben medirse en una sección uniforme del canal o tubería.

Para utilizar esta Fórmula, se debe tener en cuenta el factor de pendiente, la altura del agua y el factor de rugosidad (dependiendo del material de la tubería). El método implica capturar el flujo en una geometría conocida (preferiblemente un círculo o rectángulo), medir la profundidad del agua y las variables requeridas en la tubería e ingresarlas en un programa que realice los cálculos.

Durante esta investigación se encontraron tuberías de PVC de diámetro conocido y, además de medir la pendiente con un nivel de cuerda, se realizaron mediciones durante 3 días, cada hora durante un período de 18 horas desde 5:30 a 20:30, durante 3 días seguidos.

- **Etapas de gabinete:** En este punto se procesa los datos recolectados anteriormente y se trabajará con los resultados

obtenidos en el laboratorio de suelos y también con el cálculo del diseño de la PTAR, por lo cual podremos tener como resultados si es procedente o no realizar PTAR para regar las áreas verdes.

- Exposición de resultados: En este punto final se expondrá los resultados, detallando de manera jerárquica las conclusiones y recomendaciones, usando los datos obtenidos.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos en el laboratorio que consisten en el análisis de Demanda Química de Oxígeno, la Demanda Bioquímica de Oxígeno y las concentraciones de sólidos totales, sólidos suspendidos y sólidos volátiles serán examinados mediante los parámetros demostrados por las normas de tratamiento de las aguas residuales en el Perú.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores se hacen responsables respecto al proyecto que se realizará, el cual se ejecutará de manera coherente y ordenado, de acuerdo con los alineamientos para evitar ningún tipo de error en los resultados obtenidos y procurar la veracidad de estos. También se optará en realizar informes generales con el objetivo que la data que se obtenga no se tergiversey así alcanzar el objetivo con exactitud.

IV. RESULTADOS

OBJETIVO GENERAL: Los resultados del objetivo general se basan en los 4 objetivos específicos, por lo que se afinan los resultados de los objetivos anteriores.

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS:

Hipótesis general:

Para poder probar los supuestos generales, se creó una base de datos como semuestra en la figura 9.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	MUESTRA	Numérico	8	0		{1, MUEST...	Ninguna	8	Centrado	Ordinal	Entrada
2	DBO	Numérico	5	1	Demanda biolo...	Ninguna	Ninguna	7	Centrado	Escala	Entrada
3	DQO	Numérico	5	1	Demanda quimi...	Ninguna	Ninguna	7	Centrado	Escala	Entrada
4	pH	Numérico	5	1		Ninguna	Ninguna	6	Centrado	Escala	Entrada
5	ST	Numérico	6	1	Sólidos totales	Ninguna	Ninguna	7	Centrado	Escala	Entrada
6	SS	Numérico	5	1	Sólidos suspen...	Ninguna	Ninguna	5	Centrado	Escala	Entrada
7	STD	Numérico	5	1	Sólidos totales ...	Ninguna	Ninguna	6	Centrado	Escala	Entrada
8	OD	Numérico	5	1	Oxígeno disuelto	Ninguna	Ninguna	5	Centrado	Escala	Entrada
9	NH4	Numérico	5	1	Nitrógeno total	Ninguna	Ninguna	5	Centrado	Escala	Entrada
10	NO3	Numérico	5	1	Nitratos	Ninguna	Ninguna	5	Centrado	Escala	Entrada
11	PO4	Numérico	5	1	Fosfatos	Ninguna	Ninguna	6	Centrado	Escala	Entrada
12	TEMPERATURA	Numérico	8	1		Ninguna	Ninguna	11	Centrado	Escala	Entrada
13	COND	Numérico	5	1	Conductividad	Ninguna	Ninguna	7	Centrado	Escala	Entrada
14	SSED	Numérico	5	1	Sólidos sedime...	Ninguna	Ninguna	6	Centrado	Escala	Entrada
15	GYA	Numérico	5	1	GRASAS Y AC...	Ninguna	Ninguna	6	Centrado	Escala	Entrada

Figura 7. Crear una base de datos en SPSS. Fuente. Elaboración propia.

Luego se introdujo los valores con los resultados obtenidos en el laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.; en sus respectivas unidades de medida como se muestra en la Figura 10.

	MUESTRA	DBO	DQO	pH	ST	SS	STD	OD	NH4	NO3	PO4	TEMPERATURA	COND	SSED	GYA
1	1	101,6	228,7	6,1	209,1	21,8	236,2	2,8	46,7	7,3	1,1	15,2	213,0	,8	11,3
2	2	131,4	246,1	6,4	282,3	72,4	257,0	3,6	69,6	11,7	1,4	15,6	243,0	1,1	15,7
3	3	153,9	289,1	6,8	315,0	96,1	270,3	4,0	95,6	15,3	1,7	16,1	268,4	1,2	19,6
4	4	160,1	293,0	7,0	320,2	102,1	275,0	4,2	117,7	23,4	2,2	16,3	290,5	1,4	25,4
5	5	172,6	322,7	7,1	331,0	105,0	281,9	5,1	136,2	30,0	2,6	17,0	346,2	1,5	27,0
6	6	186,2	362,4	7,4	362,4	109,1	291,0	5,3	151,0	34,5	3,2	17,5	371,6	1,7	31,6

Figura 8. Valore introducidos en el programa en el programa SPSS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1. Resultado de las características de las aguas servidas en la zona de SanAntonio

Estos resultados corresponden al primer objetivo específico

Objetivo específico 1: Analizar las características de las aguas servidas municipales para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.

En la siguiente tabla se detalla los resultados promedios obtenidos a partir del laboratorio, comparados por los estándares de calidad ambiental.

Tabla 15. Comparación de resultados de la caracterización con los Estándares de Calidad ambiental.

Criterios	Und.	Prom.	Limite Permisible		Cumplimiento
			CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	
DBO5	mg/L	150.97	16	11	No Cumple
DQO	mg/L	339.18	41	-	No Cumple
pH	-	7.1	6.4 – 8.6	6.4 a 9.1	No Cumple
ST	mg/L	303.34	-	-	No Cumple
SS	mg/L	84.41	-	≤1001	
STD	mg/L	268.57	-	-	
OD	mg/L	3.2	-	≥4	No Cumple
NT	mg/L	102.8	-	-	
NO	mg/L	20.37	110	12	No Cumple
PO	mg/L	2.03	-	-	
Tempe.	°C	15.28	Δ3	Δ3	No Cumple
Cond.	Ms/cm	288.78	2600	1100	No Cumple
SSD	ml/L	1.3	-	-	
Acei. y Gras.	mg/L	16.55	4	4.0	No Cumple

Validación de hipótesis

Para obtener la corroboración para la primera hipótesis específica se utilizó los resultados que se obtuvieron en el laboratorio.

Ho: Las características de las aguas servidas municipales permiten diseñar la estructura de una PTAR y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.

Ha: Las características de las aguas servidas municipales no permiten diseñar la estructura de una PTAR y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.

Se acepta la hipótesis nula planteada, tuvo resultados favorables en los análisis realizados al utilizar el método correspondiente se logró cumplir con las normativas para el posterior diseño de la planta.

4.2. Resultado de la toma de caudales

La tabla siguiente muestra las valoraciones completas alcanzadas en las mediciones de los caudales 1, 2 y 3 del vertido de aguas residuales de la urbanización San Antonio.

Tabla 16. Resultante de la toma de caudales.

Tiempo	Q(L/s)								
	Buzón N°1			Buzón N°2			Buzón N°3		
	Sábado	Domingo	Lunes	Sábado	Domingo	Lunes	Sábado	Domingo	Lunes
05:30	12.3	14.5	17.1	6.4	9.3	5.7	12.3	17.4	3.9
06:30	12.1	13.1	19.9	8.1	11.4	5.8	12.4	17.4	10.3
07:30	10.1	16.3	13.1	10.9	10.2	6.9	15.1	12.3	7.1
08:30	9.8	10.9	14.2	6.7	14.1	7.3	4.4	12.9	5.2
09:30	8.1	9.7	17.5	7.4	7.8	10.0	11.5	12.3	4.9
10:30	11.8	9.0	12.8	9.2	4.3	7.5	12.3	12.1	6.8
11:30	11.4	9.3	7.4	9.7	10.5	8.5	16.5	12.4	3.9
12:30	9.9	12.5	11.7	8.0	10.9	10.7	17.3	12.8	16.5
13:30	9.3	10.1	11.6	8.0	6.6	8.0	17.4	14.1	12.3
14:30	8.9	10.2	12.5	7.1	13.1	6.2	17.1	12.7	17.4
15:30	14.5	17.7	11.0	9.4	7.3	8.6	10.6	12.4	16.5
16:30	16.2	10.5	11.4	10.5	15.1	10.4	12.3	12.3	11.6
17:30	17.1	12.9	11.1	6.4	11.7	6.7	18.5	14.3	11.5
18:30	10.5	9.3	13.6	6.7	12.3	8.9	9.8	16.5	11.6
19:30	19.7	12.5	11.8	9.7	6.9	7.3	4.9	18.3	16.7

20:30	18.5	17.0	12.3	8.8	9.1	11.0	6.9	17.4	12.4
CAUDAL PROMEDIO	12.5	13.1	13.6	8.1	11.9	8.9	13.5	19.1	15.4
CAUDAL MÍNIMO	9.1	9.0	7.4	6.4	4.3	5.7	4.4	12.1	3.9
CAUDAL MÁXIMO	19.7	17.17	19.9	10.9	15.1	11.0	18.5	19.1	16.5

4.3 Resultados de selección de alternativa de tratamiento

Como se puede observar en la tabla, el proceso de tratamiento más utilizado es el de lodos activados, por lo que se cataloga como la alternativa preferida para el proceso de líquidos reciclados en la urbanización San Antonio.

Tabla 17. Colocación de selección de procedimientos para los tratamientos.

Lugares	Propuestas	PUNTUACION
1ro	- Lodos activados	84.32
2do	- Lagunas aireadas	71.68
3ro	- Lagunas facultativas	62.42
4to	- Zanjas de oxidación	46.34
5to	- Filtros percoladores	37.48

4.4. Dimensionamientos y diseños

4.4.1. Cálculo de los criterios de diseño

Tabla 18. Q de diseño

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Q med. diar.	QMD	66.51	L/s
Q máximo horario	QMH	184.47	L/s
Q de diseño	QD	179.51	L/s

4.4.2. Dimensionamiento de las Unidades Estructurales de la Planta de tratamiento de aguas residuales

Resultados obtenidos para cada tratamiento se detallan en base a los

datos de diseños realizados

4.4.2.1. Pretratamiento

a) Canal de llegada

Tabla 19. Resultados de las dimensiones del canal de llegada

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
Base	b	0.7	m
Pendiente del canal	S	0.04	m/m
Velocidad	V	2.02	m/s
Altura Total	H	1.2	m
Altura de Seguridad	HS	0.8	m
Espesor de Canal	E	0.25	m
Largo	L	5.5	m

b) Rejas

Tabla 20. Medidas de las rejas

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
Velocidad mínima a través de las barras	V	0.7	m/s
Área libre al paso del agua	Al	0.32	m ²
Tirante de agua en el canal	Y	0.1	m
Base	B	0.81	m
Altura total del canal	H	1.1	m
Altura seguridad	Hs	0.85	m
Longitud de las barras	Lb	1.12	m
Numero de barras	N	21	-
Separación entre barras	E	0.037	m
Espesor de las barras	S	10.0	mm
Angulo de inclinación	A	50.0	°

c) Desarenador

Tabla 21. Dimensiones del desarenador

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
Angulo de transición	A	12.00	°
Ancho del canal	B	0.85	m
Área de la sección de control	A	0.08	M ²
Ancho de la sección de control	W	8.60	m
Longitud del desarenador	L	19.6	m

Longitud teórica	LT	14	m
Longitud adicional	LA	4.7	m
Angulo de entrada	B	45	°
Altura	H	3.10	m
Periodo de retención hidráulico real	PRH	25	min
Ancho de desarenador	W	3.5	m
N° de unidades	N°	1	-

4.4.2.2. Tratamiento primario

a) Sedimentador primario

Tabla 22. Dimensionamiento del sedimentador primario

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
Número de unidades	N°	2	-
ZONA DE ENTRADA			
Angulo de orificio	-	14.00	°
Distancia de pantalla difusora	-	0.75	m
Área total de los orificios	A0	58.13	cm ²
Área del orificio	a0	0.45	cm ²
Numero de orificios	n0	44.00	-
Diámetro del orificio	D	0.70	cm
ZONA DE SEDIMENTACIÓN			
Ancho del sedimentador	w	2.70	m
Profundidad	P	3.00	m
Área superficial de la zona de sedimentación	As	58.15	m ²
Velocidad de sedimentación	-	2.40	m/h
Velocidad horizontal	Vh	0.00	m/s
Velocidad de partículas críticas	Vsc	0.04	m/s
Velocidad de partículas discretas	Vsi	0.03	m/s
Periodo de retención hidráulico real	PRH	18.67	min
Altura máxima para partículas discretas	h	0.55	m
Altura máxima para partículas críticas	H	1.75	m
Longitud del tanque sedimentador	L	10.7	m
N° de unidades de sedimentador	N°	2.00	-
Longitud total del sedimentador	LT	13	m

Volumen del tanque sedimentador	Vol	52.79	m ³
Velocidad de arrastre	Va	0.11	m/s
ZONA DE LODOS			
Pendiente del fondo	-	10.50	°
Velocidad en tubería de salida del lodo primario	-	0.95	m/s
Diámetro tubería de drenaje de lodos	-	11.00	"

4.4.2.3. Tratamiento secundario

a) Biorreactor

Tabla 23. Consideraciones y dimensionamientos del Biorreactor

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
Volumen tanque	Vr	315.60	m ³
Relación Alimento/Microorganismos	(F/M)	0.60	Día ⁻¹
Rendimiento en la depuración	E	92.80	%
Crecimiento de la masa de los SSVLM	P	5213.84	Kg/día
Masa total del licor mezclado como SS	Pss	6044.53	Kg/día
Carga orgánica volumétrica	Lv	1316.63	Kg DBO ₅ /m ³ /día
Tiempo de retención hidráulica	td	2.10	Horas
Producción de lodo	Px	126.75	Kg/día
Caudal de recirculación de lodos	Qr	1203.11	m ³ /d
Porcentaje de recirculación de lodos	R	25.00	%
El caudal de aire en condiciones normales	Qaire	1678.38	m ³ /d
Edad del lodo	EI	5.00	días
N° de unidades	N°	1.00	-
Área superficial	A	85.55	m ²
Ancho	a	5.00	m
Largo	L	16.50	m
Profundidad útil	Pu	3.50	m
Volumen	V	424.76	m ³
Borde libre	Bl	0.85	m
Profundidad total	PT	3.85	m
Altura de difusores respecto a la base		0.45	m

La cantidad de oxígeno requerida	DO	429.45	kgO2/d
----------------------------------	----	--------	--------

B) Sedimentador secundario

Tabla 24. Dimensionamiento de sedimentador secundario

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
ZONA DE SALIDA			
Altura de agua	ha	0.05	m
Gasto al sedimentador	GS	5711.0	m3/día
Carga hidráulica	CH	41.7	m3/m3-día
Area requerida	A	137.1	m2
Profundidad considerada	H	3.20	m
Volumen útil	V	318.26	m3
Tiempo de residencia hidráulica	TH	1.8	h
Diámetro del sedimentador	D	11.8	m
Diámetro del centro de sedimentador	D	2.5	m
Profundidad de la tolva	P	1.00	m
Angulo de tolva		65	°
Carga por solidos	Cs	167.1	kg/m2*día
Kg de solidos al S.S	CSST	12297.6	kg/día
Angulos de inclinación		60	°

d) Lecho de secado

Tabla 25. Dimensiones del lecho de secado

Parámetro	Símbolo	Dimensión	Unidad
Area individual del lecho	Als	26	m2
Ancho	b	3	m
Espesor	E	20	cm
Largo	L	6.2	m
N° de lechos	n	4	-
Profundidad	H	60	cm
Carga inicial de solidos	C	293	kg/d
Área individual de los lechos	Alsi	18.55	m2
Masa de solidos que conforman los lodos	Msd	92.61	kg/d
Volumen diario de lodos digeridos	Vld	742.09	l/d

Volumen de lodos a extraerse	Vel	29.68	m3
Profundidad de la capa de lodo	Ha	40	cm
Capa de grava	-	10	cm

PROPUESTA DE PTAR

Rendimientos del proceso de depuración

Para la productividad de depuración del bosquejo de la PTAR realizada se tiene que tener en cuenta los parámetros que no cumplen con la norma ambiental, en este caso son: DBO, DQO, aceites, temperatura, Ph. SST.

Tabla 26. Parámetros fuera de los límites de la normativa ambiental

Parámetro	Concentración	Unidad
Solidos sedimentables	1,00	mL/L
Solidos suspendidos	77,30	mg/L
Aceites y grasas	18,20	mg/L
DBO	133,10	mg/L
DQO	345,30	mg/L

Productividad total de la planta de tratamiento

En la siguiente tabla se muestra la eficacia de eliminación que tiene la PTAR propuesta para los parámetros que están fuera del rango permitido por la norma ambiental

Tabla 27. Eficiencia total de la planta de tratamiento propuesta

Parámetro	Densidad del afluente	Concentración del efluente	Eficacia total de la PTAR(%)	Unidad
Solidos sedimentables	1	0.1	0.11	mL/L
Solidos suspendidos	77.3	7.7	7.64	mg/L
Aceites y grasas	18.20	1.7	1.42	mg/L
DBO	133.1	9.20	8.12	mg/L
DQO	345.3	20.40	22.47	mg/L

Comprobación de parámetros con la normativa ambiental

En la tabla 28, se comparan los valores obtenidos en la muestra inicial del

laboratorio y final de acuerdo a los procesos de tratamiento, los límites establecidos por el Ministerio del Ambiente establecido en la Política Nacional Ambiental.

Tabla 28. Comprobación del desempeño de la norma ambiental

Parámetro	Unidad	Concentración inicial	Concentración final	Limite Permisible		Cumplimiento
				Categoría 3	Categoría 4	
Solidos sedimentables	mL/L	1	0.11	-	-	Si
Solidos suspendidos	mg/L	77.3	7.64	-	≤100	Si
Aceites y grasas	mg/L	18.20	1.42	5	5	Si
DBO	mg/L	133.1	8.12	10	-	Si
DQO	mg/L	345.3	22.47	40	-	Si

V. DISCUSIÓN

5.1. Medición de Caudal

La medición de caudales de los puntos de descarga Bz-1, Bz-2 y Bz-3 se ejecutó en los horarios de acuerdo al proceso de recolección de datos; mejor dicho, el horario escogido fue de 5:30 hasta las 20:30, durante los días sábado domingo y lunes. Se escogieron estos días por la alta actividad domésticas, uso de agua y son estos días en donde las personas no trabajan y permanecen más en casa, es por ello que la generación de consumo de agua aumentan considerablemente.

Discusión:

Según los datos obtenidos en la medición de caudal, se aprecia que el caudal vario durante el día de 2.4L a 4L, del cual se obtuvo como resultado caudal promedio de los tres puntos durante los seis días 13.06; 28.09; 48 L/s. Al comparar los resultados con el trabajo de investigación de Paz y Ruiz (2017) donde afirma que la medición de caudales durante los días propuesto en su tesis dio como resultado un caudal promedio de 11,5; 9,5; 13,7 L/s, ya que el caudal tiene una diferencia de 1 a 2 Litros a lo largo del día, no fue necesario mayor estudio.

5.2. Características de las aguas residuales

Las características de las aguas servidas domesticas consistió en las medidas de parámetros: SS, STD, ST, SSD, conductividad, temperatura, pH, DBO₅, DQO, OD, Nitratos, Fosfatos, Amoniacó y aceites y grasas, con 6 muestras de los 3 puntos donde circula el agua residual de San Antonio, cuyos números obtenidos de: DBO₅, DQO, pH, ST, OD, Nitratos, Temperatura, Conductividad, aceites y grasas están fuera del límite establecido por la legislación peruana.

Discusión:

El análisis obtenido se sugirió tener en cuenta que proceso es prescindible para este trabajo. Según Cedrón y Cribilleros

(2017), menciona en su trabajo Diagnostico de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución, que los datos que se obtienen que ser calculados con el máximo detalle para poder obtener la respuesta de que sistema se usara para tratar el agua. Es por eso que ellos realizaron 16 muestras respecto a las características de las aguas residuales de la localidad del cual los parámetros de DBO₅, DQO, OD, Nitratos, aceites y grasas están fuera de los limites.

5.3. Calculo de caudal de diseño

Al tener la población proyectada se obtuvo el caudal de diseño que es de 179.51 L/s

Discusión:

Según López (2018) en su investigación Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Alto, Talara Piura, se usó el caudal máximo horario

5.4. Dimensionamiento de las unidades físicas de la PTAR

De acuerdo con los análisis obtenidos en el laboratorio respecto a las características de aguas residuales y además de las pautas seguidas por la Norma OS 0.90, se obtienen los siguientes tratamientos a seguir;

5.4.1. Pretratamiento

Se diseñó un canal de llegada de concreto con coeficiente de rugosidad $n=0.016$ de sección rectangular de 1×0.81 m. También desarrollo una reja con 23 barras delgadas de forma rectangular y de limpieza manual y por último en el pretratamiento se optó en diseñar dos desarenadores, uno para ser usado para la limpieza y/o también para la conservación del otro, es de forma rectangular de 18.80×4.20 m y el honde de este es de 3.00 m, la limpieza es manual y además posee canales Parshall con ángulos de transición de 12°

5.4.2. Tratamiento primario

Se diseñó un sedimentador convencional primario de forma rectangular con clarificación tipo 1 y flujo horizontal, se basó mediante el caudal máximo. Este está formado por 2 zonas aisladas y tienen que cumplir con los parámetros ya nombrados.

5.4.3. Tratamiento secundario

Este está compuesto por el biorreactor que tiene un volumen de 325.5 m³ y sus medidas son de 13.50 x 6.50, además su diseño soporta cargas de 6350.35 kg/día, el sedimentador secundario cuenta con un Angulo de desnivel es de 60° de forma circular con un diámetro de 12.8 m y el lecho de secado; es de geometría rectangular de dimensiones de 4 x 7.2 m, con aplicaciones manuales de capa de lodo de 42 cm, los materiales usados para desarrollar el lecho de secado son arena y grava.

Discusión

Según Morán (2014) en su tesis de Diseño de planta de tratamientos de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, en la resolución de sus procesos de tratamiento, el dimensionamiento de su sedimentador es de mayor longitud y anchura, esto es por el volumen de agua residual que recepciona y la cantidad de número de población que cuenta en dicho lugar, además que el sedimentador tiene agregado uno adicional para el mantenimiento de esta.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que se diseñó una PTAR para el poblado de San Antonio del cual consta de procesos de tratamientos preliminar, primarios y secundarios.
- Se concluye que las características de las aguas residuales tomadas en los tres puntos (buzones) para el muestreo, los parámetros que no cumplen con la normativa ambiental N°003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles son: DBO5 150.97; DQO 339.18; pH 6.8; Sólidos Totales 303.33; Oxígeno disuelto 4.2; Nitratos 20.37; Temperatura 16.28; Conductividad 211.18; Aceites y grasas 16.55.
- Se concluye que el caudal durante el día varía una cantidad de 2.5 L a 4 L; además los valores del caudal promedio 13.06; 28.09; 48 L/s, de acuerdo a los tres buzones de descarga (Bz-1; Bz-2; Bz-3) durante los días sábado, domingo y lunes monitoreados por cada buzón.
- Se concluye que la opción escogida para el proceso de las aguas servidas fue del método de lodos activados convencional, este sistema es la más recomendada ya que es de mayor efectividad y de menor costo.
- Se concluye que los elementos estructurales que están conformados en la planta de tratamiento son: un canal de llegada con rejilla y un desarenador para el pre-tratamiento; un sedimentador primario convencional para el tratamiento primario; un biorreactor biológico de lodos activados, un sedimentador secundario y 2 lechos de secados para el tratamiento secundario.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mayores estudios para poder adecuar los diseños a las condiciones locales y tomar otras alternativas respecto a otros factores que puedan afectar la eficiencia del diseño como el tipo de suelo, la topografía, entre otros.
- Es importante mantener un mantenimiento constante para que la planta esté en óptimas condiciones y puedan rendir los 25 años de diseño, esto ayudará a que la planta no presente ningún inconveniente.
- Si en caso, el agua tratada es para uso de consumo, es necesario implementar un sistema de tratamiento adicional (cloración, etc.), del cual ayudará a eliminar residuos contaminantes. Tener en consideración que se debe de mantener controlado el cloro, sino aparecerá trihalometano, que afectaría al cuerpo receptor.
- Se recomienda realizar estudios económicos respecto a instalaciones adicionales para el proceso, además tener en consideración los límites requeridos en esta tesis.

REFERENCIAS

1. Arana, A. (2021). *Diseño de una PTAR para riego de áreas verdes en el centro poblado de Roma, provincia de Ascope – 2021*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo. Recuperado, desde:
2. Cedrón, O. y Cribilleros, A. (2017). *Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Recuperado, desde:
3. Galeano, L. y Rojas, V. (2016). *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Velez-Santander*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Recuperado, desde:
4. Huartos, J. (2018). *Análisis comparativo de tecnologías aerobias para el tratamiento de aguas residuales urbanas*. (Trabajo de grado para optar el título de ingeniero ambiental). Universidad Católica de Manizales. Manizales. Recuperado, desde:
5. Lopez, E. (2018). *Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito el Alto, Talara Piura*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental). Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo. Chiclayo. Recuperado, desde:
6. Lopez, R. y Herrera, K. (2015). *Planta de tratamiento de aguas residuales para reuso en riego de parques y jardines en el distrito de la Esperanza, provincia Trujillo, La Libertad*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Recuperado, desde:
7. Macloni, D. (2014). *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental). Universidad Rafael Landívar. Guatemala de la Asunción. Recuperado, desde:
8. Morales, G. (2014). *Evaluación de la estabilidad de un sistema de lodos activados mediante indicadores fisicoquímicos y biológicos*. (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental). Universidad de Concepción. Concepción. Recuperado, desde:

9. Sánchez, A. (2019). *Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados de la provincia de Jaén-Cajamarca 2019*.
(Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil).
Universidad CesarVallejo. Lima. Recuperado, desde:
10. WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. *Dising Of Municipal Treatment Plants*. EE.UU.: s.n., 2005.
11. ROMERO ROJAS, JAIRO. *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño*. 3. Bogotá – Colombia. : Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008.
12. VALENCIA LÓPEZ, ADRIRIANA ELIZABETH. *Diseño de un Sistema de Tratamiento para las Aguas Residuales de la Cabecera Parroquial De San Luis – Provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador : s.n., 2013. pág. 184, Tesis.
13. MINAM, Ministerio del Ambiente-. *Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Lima : s.n., 2010. pág. 2, DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM.
14. COMISIÓN ESTATAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE MEXICALI, CESP. *Infraestructura Hidráulica para el Saneamiento Ambiental en el Estado de Baja California*. Baja California, México: s.n., 2003.
15. ORGANIZMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL, OEFA. *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. OEFA. Lima : s.n., 2014.
16. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, INEI. *Perú: Anuario de estadísticas Ambientales 2013*. Lima, Perú : Oficina de Impresiones del Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014. pág. 639. 200.
17. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATERWORKS ASSOCIATION; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. s.l. : DÍAS DE SANTOS, S.A., 1992. pág. 1830.
18. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19. New York : s.n.,

1995.

19. MINISTERIO DEL AMBIENTE, MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Lima : s.n., 2015. pág. 7.
20. QUIROZ PEDRAZA, PEDRO ALEXIS. Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú : s.n., 2009.
21. CLESCERI, L., GREENBERG, A. y EATON, A. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20. Washington D.C. : s.n., 2005. 3. World Development Indicators Database. BANCO MUNDIAL. 2011.
22. ESPINOZA PAZ , RAMÓN ENRIQUE ;. Planta de tratamiento de aguas residuales en san juan de miraflores. Piura : s.n., 2010. pág. 264, Tesis.
23. SUNAAS. Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución. 2010.
24. RAS, 2000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá, Colombia : s.n., 2000. pág. 145.
25. EDDY, METCALF. Ingeniería De Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. s.l. : Mc.Graw-Hill, 1998.
26. RODIER, J. Análisis de las aguas : aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Omega, Barcelona : s.n., 1989.
27. SECRETARIADO ALIANZA POR EL AGUA / ECOLOGÍA Y DESARROLLO. Manual de depuración de aguas residuales urbanas monográficos agua en Centroamérica. D.C. México : Ideasamares, 2008.
28. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO- DS N° 011- 2006-VIVIENDA. NORMA OS.090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Lima : s.n., 2006.
29. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, DS N° 011- 2006- VIVIENDA. OS.100. Consideraciones básicas de diseño de

infraestructura Sanitaria. Lima : s.n., 2006.

30. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, CEPIS. Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores. Lima : s.n., 2005.
31. INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA. Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Lodos Activados. Cuernavaca: s.n., 2009. pág. 362, Material tecnodidáctico.
32. RAMALHO, R. S. Tratamiento de Aguas Residuales. Quebec, Canadá: Reverté, S.A., 1996.
33. ROBLES, Lindsay y LÓPEZ, Andrés. Diseño de un prototipo para el tratamiento de aguas residuales domésticas, basados en electrocoagulación (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle. Colombia. 2017. 201p. Disponible en:
34. YAGUANA, Nancy y ALMEIDA, Juan. Diseño y construcción de un reactor prototipo a nivel de laboratorio utilizado para el tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación. (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador. 2015.
35. WWAP. The United Nations world water development report 2019: Leaving No One Behind. Paris: UNESCO CLD, 2019. [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. ISBN:978-92-3-100309-7.
36. WWAP. The United Nations world water development report 2016: Water and Jobs. Paris: UNESCO CLD, 2016 [Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2019]. ISBN: 978- 92-3-100146-8.
37. WWAP. Estado del Agua en America Latina y el Caribe : Ántropos Ltda., 2016 [Fecha de consulta: 7 de Mayo de 2019]. ISBN: 978-958-58470-8-8
38. VERA. José. Comparación de la coagulación química y la electrocoagulación en la eficiencia de remoción de turbidez de agua del río Rímac, 2016. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú. 2016. 63p.
39. SUNASS (2008). Estudio Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. Lima: SUNASS.
40. SANDOVAL, Ana. Toxicity of the hydroalcoholic extracts of fruit leaves from the Peruvian Amazon in *Artemia salina*. Revista F1000

Research. 2019, 8(1016)

ANEXOS

Matriz de Consistencia

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y PROCESO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL REGADÍO DE PARQUES, ATE 2022

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
¿En que medida el diseño estructural de la planta de tratamiento contribuirá en el proceso de agua residual para el regadío de parques, Ate 2022?	Diseñar una planta de tratamiento y proceso de agua residual para el regadío de parques, Ate 2022	El diseño estructural de una planta de tratamiento contribuye en el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.	Diseño Planta de tratamiento	Caudal	Caudal de diseño	Tipo de investigación: Descriptiva y Aplicada	
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		Diseño estructural	Canal de llegada	Método-Enfoque Cuantitativo	
¿Qué características tendrá las aguas servidas municipales para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022?	Analizar las características de las aguas servidas municipales para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.	Las características de las aguas servidas municipales permiten diseñar la estructura de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.			Rejillas		
¿Cuál es el caudal para diseñar una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022?	Determinar el caudal para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.	El caudal permite diseñar las estructuras de una planta de tratamiento y proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.			Desarenador		
¿Cuál es el proceso de tratamiento ha escoger para diseñar una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022?	Seleccionar el proceso de tratamiento para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.	La selección del proceso de tratamiento permite diseñar una planta de tratamiento y proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.			Sedimentador primario		Diseño de investigación: No Experimental
¿Qué elementos estructurales se deben realizar para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022?	Precisar los elementos estructurales para el diseño de una planta de tratamiento y el proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.	El desarrollo de los elementos estructurales permite desarrollar el diseño de una planta de tratamiento y proceso de aguas residuales para el regadío de parques, Ate 2022.			Biorreactor		
					Sedimentador secundario		
				Lecho de secado	Población: Totalidad de aguas servidas evacuadas por el distrito de Ate		
			Proceso de Aguas residuales	Aceites y grasas			
				Coliformes Termotolerantes			
				Demanda bioquímica de Oxígeno			
				Demanda química de Oxígeno			
				pH			
					Sólidos totales suspendidos	Muestra : Las aguas servidas evacuadas por los habitantes residentes de San Antonio	
				Temperatura			
					Muestreo No Probabilístico		

Fuente: Elaboración propia

Matriz de Operacionalización de Variables

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y PROCESO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL REGADÍO DE PARQUES, ATE 2022					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
(Vi) Diseño Planta de Tratamiento	El diseño de una PTAR es una totalidad de estudios de factibilidad que determinan los adecuados elementos estructurales que se deben de construir para permitir la depuración de aguas servidas (Norma OS.090, 2006).	El proyecto se ejecutará de acuerdo a los parámetros ya establecidos de la norma OS 090 Planta de tratamiento de aguas residuales, la norma ACI 350.3 R-17 de diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos, E.020 Cargas, E.050 Suelos y cimentaciones, E.060 Concreto armado	Caudal	Caudal de diseño	Razón
			Diseño estructural	Canal de llegada	
				Rejillas	
				Desarenador	
				Sedimentador primario	
				Biorreactor	
				Sedimentador secundario	
(Vd) Proceso de Aguas Residuales	El tratamiento de aguas residuales se define mediante desarrollos físicos, químicos y biológicos que su principal enfoque es deshacer los contaminantes que se encuentran en las aguas negras. Dentro del tratamiento de aguas negras se dispone de una gran variedad de operaciones y procesos. (Pineda, 2017).	El proyecto se ejecutará de acuerdo a los parámetros indicados en el N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los afluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.	Límite Máximo Permissible (LMP)	Aceites y grasas	
				Coliformes Termotolerantes	
				Demanda bioquímica de Oxígeno	
				Demanda química de Oxígeno	
				pH	
				Sólidos totales suspendidos	
				Temperatura	

Fuente: Elaboración propia

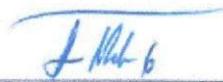
INFORME DE ENSAYO N°: 1E-22-4562

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-SOLICITANTE	JHO'SMARE ALEXIS BENDEZU MANCILLA, JUAN RAMON. PANDURO RIOS
2.-DIRECCIÓN	AV. ESPERANZA, SAN ANTONIO, ATE - LMA - LIMA
3.-PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y PROCESO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL REGADÍO DE PARQUES, ATE 2022
4.-PROCEDENCIA	CANAL DE DESAGÜE ZONA DE SAN ANTONIO
5.-ORDEN DE SERVICIO N°	OS-22-1592
6.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	NO APLICA
7.-MUESTREADO POR	EL CLIENTE
8.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	2022-11-18

II.-DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 6
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2022- 10-15
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2022-10-28 al 2022-11-18



Yani Aurelia Morales Huamani

Ing. Químico
Jefe de Laboratorio
CIP: 135922



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TITULO
Coliforme Total (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 B, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL)	SMEWW 9222 D, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
Color (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 d Ed. 2017	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Escherichia coli (UFC/100ml) ²	SMEWW 9222 H, 23 d Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MUG Broth.
pH (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 H+ B, 23 d Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL-DA

² Ensayo acreditado por el IAS

(**) El ensayo indicado no ha sido acreditado

IV. RESULTADOS

INFORME DE ENSAYO N° 1E-22-4562

MUESTRA 01

ITEM		1
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-22-14861
CÓDIGO DEL CLIENTE		DESAGÜE DE SAN ANTONIO
COORDENADAS		E: NO APLICA
UTM WGS 84		N: NO APLICA
PRODUCTO		AGUAS RESIDUALES
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA
FECHA		2022-10-28
HORA		09:30
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
DBO Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	101.6
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	228.7
pH	Unid. pH	6.1
Sólidos totales	mg/L	209.1
Sólidos Suspendidos	mg/L	21.8
Sólidos totales disueltos	mg/L	236.2
Oxígeno Disuelto	mg/L	2.8
Nitrógeno Total	mg/L	46.7
Nitratos (NO)	mg/L	7.3
Fosfatos (PO)	mg/L	1.1
Temperatura	°C	15.2
Conductividad	mM	213.0
Sólidos Sedimentables	ml/L	0.8
Aceites y Grasas	mg/L	11.3

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL- DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

INFORME DE ENSAYO N° 1E-22-4562

MUESTRA 02

ITEM		2
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-22-14862
CÓDIGO DEL CLIENTE		DESAGÜE DE SAN ANTONIO
COORDENADAS		E: NO APLICA
UTM WGS 84		N: NO APLICA
PRODUCTO		AGUAS RESIDUALES
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA
FECHA		2022-10-28
HORA		10:30
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
DBO Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	131.4
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	246.1
pH	Unid. pH	6.4
Sólidos totales	mg/L	282.3
Sólidos Suspendidos	mg/L	72.4
Sólidos totales disueltos	mg/L	257.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	3.6
Nitrógeno Total	mg/L	69.6
Nitratos (NO)	mg/L	11.7
Fosfatos (PO)	mg/L	1.4
Temperatura	°C	15.6
Conductividad	mM	243.0
Sólidos Sedimentables	ml/L	1.1
Aceites y Grasas	mg/L	15.7

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL- DA

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

MUESTRA 03

INFORME DE ENSAYO N° 1E-22-4562

ITEM		3
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-22-14863
CÓDIGO DEL CLIENTE		DESAGÜE DE SAN ANTONIO
COORDENADAS		E: NO APLICA
UTM WGS 84		N: NO APLICA
PRODUCTO		AGUAS RESIDUALES
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA
FECHA		2022-10-28
HORA		13:30
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
DBO Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	153.9
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	289.1
pH	Unid. pH	6.8
Sólidos totales	mg/L	3315.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	93.1
Sólidos totales disueltos	mg/L	270.3
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.0
Nitrógeno Total	mg/L	95.6
Nitratos (NO)	mg/L	15.3
Fosfatos (PO)	mg/L	1.7
Temperatura	°C	16.1
Conductividad	mM	268.4
Sólidos Sedimentables	ml/L	1.2
Aceites y Grasas	mg/L	19.6

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL- DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

MUESTRA 04

INFORME DE ENSAYO N° 1E-22-4562

ITEM		4
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-22-14864
CÓDIGO DEL CLIENTE		DESAGÜE DE SAN ANTONIO
COORDENADAS		E: NO APLICA
UTM WGS 84		N: NO APLICA
PRODUCTO		AGUAS RESIDUALES
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA
FECHA		2022-10-28
HORA		14:30
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
DBO Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	160.1
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	293.0
pH	Unid. pH	7.0
Sólidos totales	mg/L	320.2
Sólidos Suspendidos	mg/L	102.1
Sólidos totales disueltos	mg/L	275.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.2
Nitrógeno Total	mg/L	117.7
Nitratos (NO)	mg/L	23.4
Fosfatos (PO)	mg/L	2.2
Temperatura	°C	16.3
Conductividad	mM	290.5
Sólidos Sedimentables	ml/L	1.4
Aceites y Grasas	mg/L	25.4

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL- DA

VI.OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

INFORME DE ENSAYO N° 1E-22-4562

MUESTRA 05

ITEM		5
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-22-14865
CÓDIGO DEL CLIENTE		DESAGÜE DE SAN ANTONIO
COORDENADAS		E: NO APLICA
UTM WGS 84		N: NO APLICA
PRODUCTO		AGUAS RESIDUALES
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA
MUESTREO	FECHA	2022-10-28
	HORA	18:30
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
DBO Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	172.6
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	322.7
pH	Unid. pH	7.1
Sólidos totales	mg/L	331.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	105.0
Sólidos totales disueltos	mg/L	281.9
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.1
Nitrógeno Total	mg/L	136.2
Nitratos (NO)	mg/L	30.0
Fosfatos (PO)	mg/L	2.6
Temperatura	°C	17.0
Conductividad	mM	346.2
Sólidos Sedimentables	ml/L	1.5
Aceites y Grasas	mg/L	27.0

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL- DA

VII. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

INFORME DE ENSAYO N° 1E-22-4562

MUESTRA 06

ITEM		6
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-22-1486
CÓDIGO DEL CLIENTE		DESAGÜE DE SAN ANTONIO
COORDENADAS		E: NO APLICA
UTM WGS 84		N: NO APLICA
PRODUCTO		AGUAS RESIDUALES
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA
MUESTREO	FECHA	2022-10-28
	HORA	19:30
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
DBO Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	186.2
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	362.4
pH	Unid. pH	7.4
Sólidos totales	mg/L	362.4
Sólidos Suspendidos	mg/L	109.1
Sólidos totales disueltos	mg/L	291.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.3
Nitrógeno Total	mg/L	151.0
Nitratos (NO)	mg/L	34.5
Fosfatos (PO)	mg/L	3.2
Temperatura	°C	17.5
Conductividad	mM	371.6
Sólidos Sedimentables	ml/L	1.7
Áceites y Grasas	mg/L	31.6

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL DA.

VIII. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Anexo. Población

Proyección de la población urbana de la ciudad de San Antonio		
N°	AÑO	POBLACIÓN
0	2017	21693
1	2018	22188
2	2019	22693
3	2020	23211
4	2021	23740
5	2022	24281
6	2023	24834
7	2024	25400
8	2025	25979
9	2026	26572
10	2027	27177
11	2028	27797
12	2029	28431
13	2030	29079
14	2031	29742
15	2032	30420
16	2033	31113
17	2034	31822
18	2035	32548
19	2036	33290
20	2037	34048
21	2038	34825
22	2039	35618
23	2040	36430
24	2041	37261
25	2042	38110

Anexo. Cálculos y diseños

1.- DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES

a) CAUDAL MEDIO HORARIO

$$Q_{MD} = C_r * P * D$$

$C_r = 0.85$
 $P = 38110$
 $D = 180$
 $Q_{md} = 67.486$

b) CAUDAL MAXIMO HORARIO

Factor de Mayorización:

$$F = 3.53$$

$$Q_{md} = 67.486$$

$$F = 2.72$$

Caudal Máximo Horario

$$Q_{MH}$$

$$F = 2.72$$

$$Q_{md} = 67.486$$

$$Q_{mh} = 183.476$$

c) CAUDAL DE INFILTRACIÓN

$$Q_I$$

$$GPC = 142$$

$$At = 0.1$$

$$Q_i = 0.00016$$

d) CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS

$$Q_{CH}$$

$$Q_{ch} = 0.1$$

e) CAUDAL DISEÑO

$$Q_D = Q_{MH} + Q_I$$

$$Q_{mh} = 183.476$$

$$Q_i = 0.00016$$

$$Q_{ch} = 0.1$$

$$Q_d = 179.510$$

2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES

2.1

.- CANAL DE LLEGADA

Coeficiente de Manning:

Caudal de
diseño: $Q * n$

$$Q = 0.183$$

$$n = 0.016$$

$$b = 0.7$$

$$S = 0.04$$

$$k = 0.038$$

Altura de agua en el canal:

$$h = 1,6624 * k^{0,74232}$$

$$k = 0.038$$

$$b = 0.7$$

$$h = 1.2000$$

Radio hidraulico:

$$R_h = \frac{b * h}{b + h}$$

$$b = 0.7$$

$$h = 1.2000$$

$$R_h = 0.271$$

Velocidad:

$$V = \frac{1.49 R_h^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$$n = 0.016$$

$$R_h = 0.271$$

$$S = 0.04$$

$$V = 2.020$$

2 REJILLAS

Area libre al paso del agua:

$$A_l = \frac{Q}{V_b}$$

$$Q = 0.18348$$

$$V_b = 0.6$$

$$A_l = 0.3058$$

Tirante de Agua en el canal:

$$h = \frac{A_l}{b}$$

$$A_l = 0.3058$$

$$b = 0.7$$

$$h = 0.437$$

Altura total del canal:

$$H = h + H_s$$

$$h = 0.437$$

$$H_s = 0.9$$

$$H = 1.3$$

Longitud de barras:

$$L_b = \frac{H_s}{\alpha}$$

$$H_s = 0.9$$

$$\alpha = 50$$

$$L_b = 1.17$$

0.87266463

Numero de barras:

$$n = \frac{b}{s}$$

b =	0.7
e =	0.025
s =	0.01
n =	19

Perdida de carga en las rejillas (Hf)

$$hf = \beta \frac{s}{e} \frac{4}{g} \frac{V^2}{2g} \sin^2 \alpha$$

$\beta =$	2.42
s =	0.01
e =	0.025
v =	2.02
g =	9.8
$\alpha =$	50
hf =	0.316

2.3 DESARENADOR

Ancho del canal propuesto: 0.8

Area de caseta de control:

$$a = \frac{QD}{Vc}$$

QD =	0.180
Vc =	2.51
a =	0.07

Ancho de la seccion de control:

W

dc

dc =	0.64
a =	0.07
W =	8.95

Longitud del desarenador

L

LT =	15 m
LA =	4.8 m
L =	19.8 m

LT

$Vh * H$

$$\begin{aligned}
 V_h &= 0.3 \\
 H &= 1 \\
 V_s &= 0.02 \\
 LT &= 15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Ancho del desarenador: $L/A=2.5/1-5/1$; por tanto

$$w = 4.0 \text{ m}$$

2 SEDIMENTADOR CONVENCIONAL ZONA DE SEDIMENTACIÓN

Velocidad críticas de sedimentación:

Partículas discretas:

$$V_{si} = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_p - \rho}{\mu} \right)$$

$$\begin{aligned}
 \rho_p g &= 981 \\
 &= 2.65 \\
 \rho &= 0.998599 \\
 \\
 d_{pd}^2 \mu &= 0.01053 \\
 &= 0.003 \\
 V_{si} &= 0.076924235 \text{ cm/s} \\
 V_{si} &= 0.000769242 \\
 V_s &= 66.46 \text{ m/d}
 \end{aligned}$$

Partículas críticas:

$$V_{sc} = 0,22 * \left(\frac{\rho_p - \rho}{\rho} * g \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_p &= 2.65 \\
 \rho &= 0.998599 \\
 \\
 \rho_p g &= 981 \\
 &= 2.65 \\
 d_{pc} &= 0.02 \\
 v &= 0.01054 \\
 V_{sc} &= 2.77 \\
 V_{sc} &= 0.0277
 \end{aligned}$$

Area superficial en la zona de sedimentación:

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.180 \\
 V_{si} &= 0.000769 \\
 A_s &= 233.36 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Longitud del
tanque $\frac{Q}{V_{si}}$
sedimentador:

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.17951 \\
 W &= 2.7 \\
 V_{si} &= 0.000769242 \\
 L &= 86.42943998 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Por conveniencia deberian ser 2 unidades; Entonces:

L

$$\begin{aligned}
 L &= 86.42943998 \\
 L &= 43.21471999 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Longitud L_T
total del
sedimentador

$$\begin{aligned}
 L &= 43.21471999 \\
 L_{pd} &= 1 \\
 L_t &= 44
 \end{aligned}$$

Relación $\frac{L}{W}$
largo /
ancho:

$$\begin{aligned}
 L &= 44 \\
 w &= 2.7 \\
 &= 16.30
 \end{aligned}$$

Altura maxima para particulas discretas:

$$\begin{aligned}
 h & \\
 V_{si} &= 0.000769242 \\
 PRH &= 60 \\
 h &= 0.046 \text{ m}
 \end{aligned}$$

H

Altura
máxima para
partículas
críticas:

$$\begin{aligned} V_{sc} &= 0.0277 \\ PRH &= 60 \\ H &= 1.66 \end{aligned}$$

Relación $\frac{L}{H}$
largo /
profundidad:

$$\begin{aligned} L &= 44 \\ H &= 1.66 \\ &= 26.47 \end{aligned}$$

Volumen del tanque sedimentador:

$$\begin{aligned} Vol & \\ w &= 2.7 \\ L &= 44 \\ H &= 1.66 \\ Vol &= 197.50 \end{aligned}$$

Periodo de retención hidráulico real:

$$\begin{aligned} \frac{P_{RH}}{Vol} & \\ \frac{P_{RH}}{Vol} &= 197.50 \\ Q &= 0.18 \\ PRH &= 1100.200 \text{ s} \\ PRH &= 18.34 \text{ min} \end{aligned}$$

Velocidad horizontal:

$$\begin{aligned} \frac{V_h}{Q} & \\ Q &= 0.18 \\ As &= 233.36 \\ V_h &= 7.69E-04 \end{aligned}$$

Velocidad de arrastre

$$\begin{aligned} V_a &= 125 * ((\rho_p - \rho) \\ \rho_p & \\ &= 2.65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{p0} &= 0.998599 \\ &= 0.003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & V_a \\ &= 0.30963769 \quad 0.00076924 \end{aligned}$$

$$V_a = 0.310$$

ZONA DE ENTRADA

Area total de orificios:

$$\frac{A_0}{Q} = 0.18$$

$$V_h = 7.69E-04$$

$$A_o = 233.36$$

Area del orificio: $\pi * \phi^2$

$$\pi = 3.141592654$$

$$\phi = 0.75$$

$$a_o = 0.4417865$$

Número de orificios: $\frac{A_o}{a_o}$

$$A_o = 233.36$$

$$a_o = 0.4418$$

$$n_o = 264.11$$

ZONA DE SALIDA

Vertedero de salida:

$$\frac{h_a}{Q} = 0.18$$

$$b = 2.7$$

$$h_a = 0.11 \text{ m}$$

3 DISEÑO DE TANQUE DE AIREACIÓN O BIORREACTOR

Volumen del tanque (Vr):

$$\frac{V_r}{Q} = \frac{\theta_c * Q * (S_0 - S)}{\gamma}$$

$$= 5$$

$$Q = 3862$$

$$S_0 \gamma = 0.5$$

$$= 135.06$$

$$\begin{aligned}
 S &= 30 \\
 X &= 2500 \\
 k_d &= 0.051 \\
 \theta_c &= 5 \\
 V_r &= 323.300 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Relación Alimento/Microorganismos (F/M-A/M)

$$\begin{aligned}
 \frac{F}{M} \\
 Q &= 3862 \\
 S_o &= 135.06 \\
 V &= 885.34 \\
 X &= 2500 \\
 F/M &= 0.24
 \end{aligned}$$

Rendimiento en la Depuración (E), (%)

$$\begin{aligned}
 \frac{E}{S_o - S} \\
 S_o &= 135.06 \\
 S &= 30 \\
 E &= 134.84
 \end{aligned}$$

Carga organica volumetrica (Lv):

$$\begin{aligned}
 \frac{Lv}{S_o * Q} \\
 S_o &= 135.06 \\
 Q &= 3862 \\
 V &= 885.34 \\
 Lv &= 589.15
 \end{aligned}$$

Tiempo de retencion hidraulica (td):

$$\begin{aligned}
 \frac{t_d}{V} \\
 V &= 885.34 \\
 Q &= 160.9166667 \\
 t_d &= 5.50 \text{ h}
 \end{aligned}$$

La produccion de lodo sera:

$$\begin{aligned}
 \frac{P_x}{YQ(S_o - S)} \\
 Y &= 0.5 \\
 Q &= 3862 \\
 S_o &= 135.06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 30 \\
 k_d & \\
 \theta_c &= 0.051 \\
 &= 5 \\
 P_x &= 161650.09 \text{ g/d} = 161.650088 \text{ kg/d}
 \end{aligned}$$

La producción de solidos totales de desecho es:

$$\begin{aligned}
 & \text{, Lodo Seco} \\
 & \quad P_x \\
 P_x &= 161.6500876 \\
 \% \text{solidos volatiles totales} &= 0.8 \\
 \text{Lodo seco} &= 202.06
 \end{aligned}$$

El caudal de lodo de desecho sera:

$$\begin{aligned}
 & Q_w \\
 & \quad \text{Lodo seco} \\
 \text{Lodo seco} &= 202.06 \\
 \text{conc. De solidos totales del lodo sedimentado} &= 15000 \\
 Q_w &= 13.47
 \end{aligned}$$

El caudal de recirculacion sera:

$$\begin{aligned}
 & Q_R \\
 & \quad \text{QX} \\
 & \quad \text{Q} = 3862 \\
 X_R &= 2500 \\
 Q_R &= 12000 \\
 &= 1016.32
 \end{aligned}$$

La relacion de recirculacion:

$$\begin{aligned}
 & R \\
 & \quad Q_R \\
 Q_R &= 1016.32 \\
 Q &= 3862 \\
 R &= 0.263157895 = 26\%
 \end{aligned}$$

La cantidad de oxigeno requerido es:

$$DO = 1.5 * Q(S_0 - S_e) - 1.42 * X_R$$

$$\begin{aligned}
 Q &= 3862 \\
 S_0 & \\
 S_e &= 135.06 \\
 &= 11 \\
 X_R & \\
 Q_w &= 12000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 13.47 \\ \text{DO} &= 489.14 \end{aligned}$$

El caudal de aire condiciones normales es:

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{Aire}}}{\text{DO}} \\ \text{DO} &= 489.14 \\ Q_{\text{aire}} &= 1756.96 \text{ m}^3/\text{dia} \end{aligned}$$

Para una eficiencia de transmision de O2 del equipo de aireacion, en condiciones reales del 8% la cantidad re es:

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{Aire}}}{Q_{\text{Aire}}} \\ &= 1756.96 \\ \% \text{eficiencia de transmision de O}_2 &= 0.08 \\ &\frac{Q_{\text{Aire}}}{Q_{\text{Aire}}} \\ &= 21961.95 \end{aligned}$$

El volumen de aire requerido por unidad de DBO aplicado al tanque de aireacion es:

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{Aire}}}{\text{DBO}} \\ Q_{\text{Aire}} &= 21961945.74 \\ \text{DBO} &= 1428394.56 \\ &15.38 \end{aligned}$$

El volumen de Aire Requerido por unidad de DBO removido sera:

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{Aire}}}{\text{DBO}_R} \\ Q_{\text{Aire}} &= 21961945.74 \\ \text{DBO}_R &= 1312058.56 \\ &16.74 \end{aligned}$$

Calculo de la cantidad de oxígeno, que pueden dar los aireadores

$$\begin{aligned} 15 \text{ HP} &= 51 \frac{\text{LbO}_2}{\text{hora}} \\ &= 1101.6 \frac{\text{KgO}_2}{\text{dia}} \end{aligned}$$

$$\text{Con transferencia de } 60\% = 1101.60 \times 0.60 = 660.96 \frac{\text{kgO}_2}{\text{dia}}$$

2.6. LECHO DE SECADO

Carga de solidos que ingresa al sedimentador

C

$$Q = 179.510$$

$$SS = 75.33$$

$$C = 1168.342989$$

Area individual de los lechos de secado:

Als_i

Als

$$Als = 74.2085$$

$$N^{\circ} \text{ Lechos} = 4$$

$$Alsi = 18.55$$

Longitud del lecho de secado:

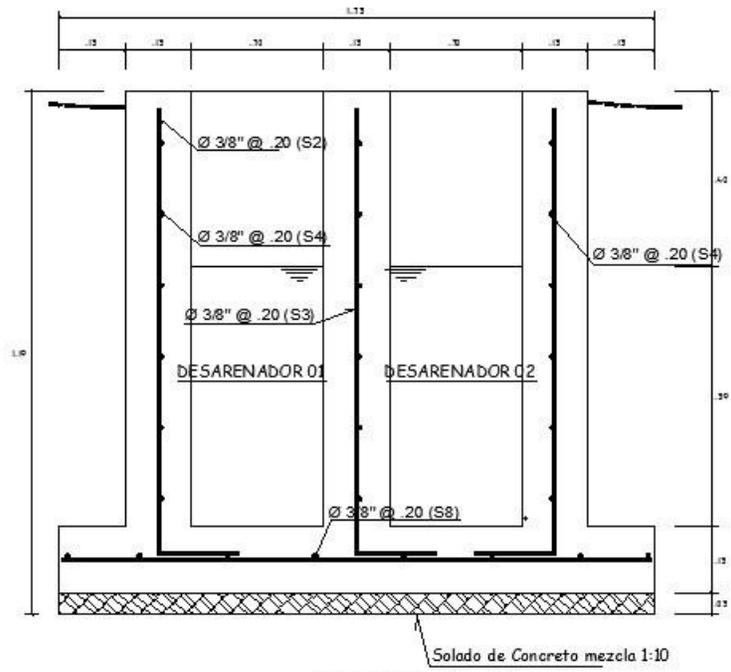
L

Als_i

$$Alsi = 18.552125$$

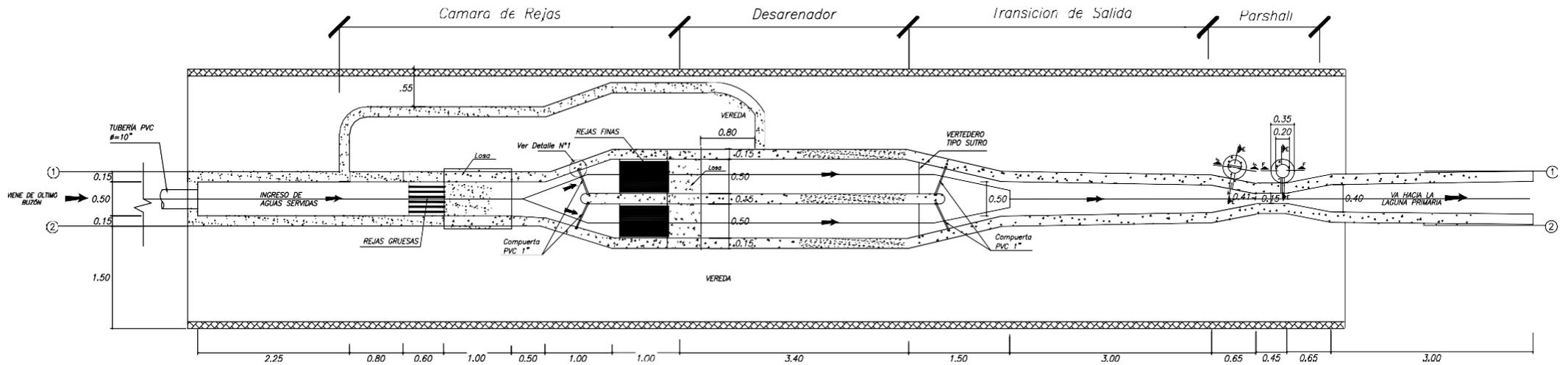
$$b = 3$$

$$L = 6.18$$

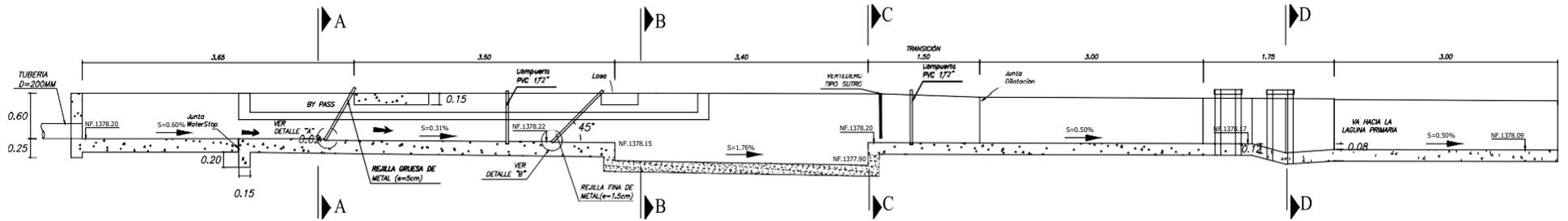


CORTE C - C
 esc. 1:25

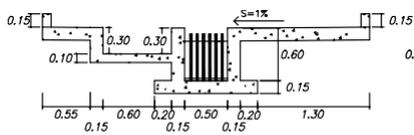
Solado de Concreto mezcla 1:10



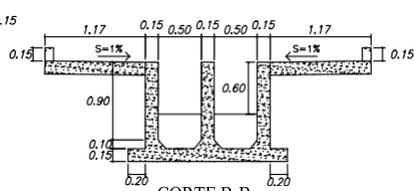
PLANTA
ESCALA: 1/40



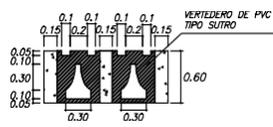
PERFIL LONGITUDINAL-PRETRATAMIENTO
ESCALA: 1/40



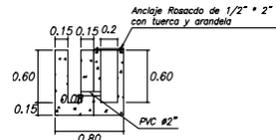
CORTE A-A
ESCALA: 1/40



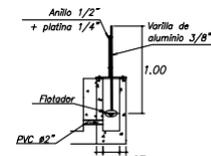
CORTE B-B
ESCALA: 1/40



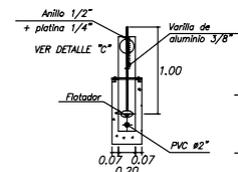
CORTE C-C
ESCALA: 1/40



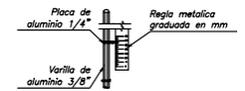
CORTE D-D
ESCALA: 1/40



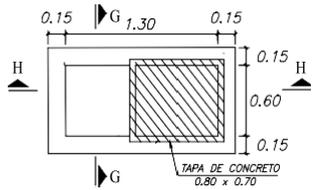
CORTE E-E
ESCALA: 1/40



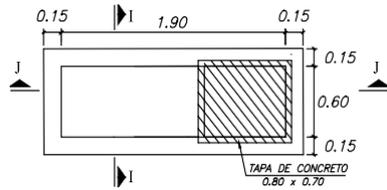
CORTE F-F
ESCALA: 1/40



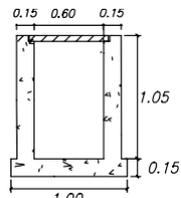
DETALLE "C"
ESCALA: 1/40



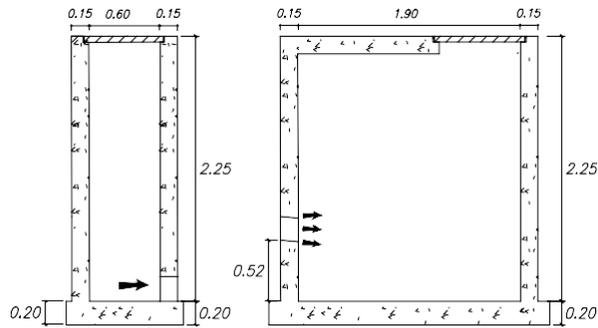
CP-01
ESCALA: 1/40



CP-02
ESCALA: 1/40

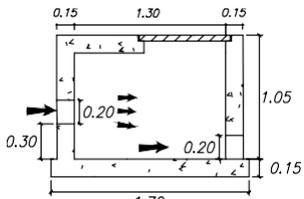


CORTE G-G
ESCALA: 1/40

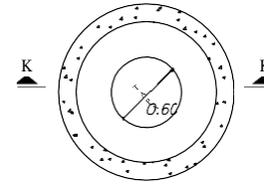


CORTE I-I
ESCALA: 1/40

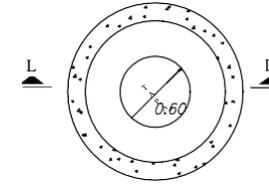
CORTE J-J
ESCALA: 1/40



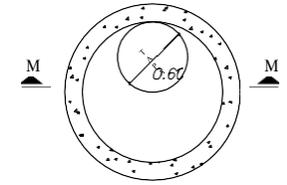
CORTE H-H
ESCALA: 1/40



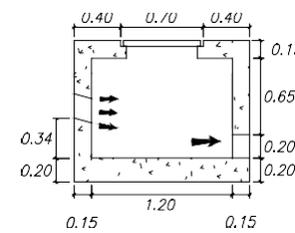
BR-01, BR-02, BR-05, BR-06
ESCALA: 1/40



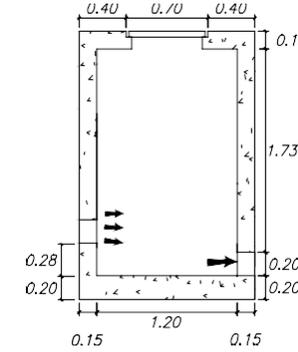
BR-03
ESCALA: 1/40



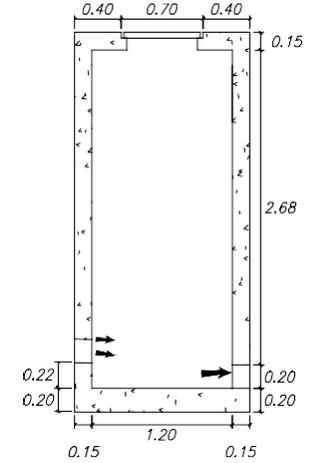
BR-04
ESCALA: 1/40



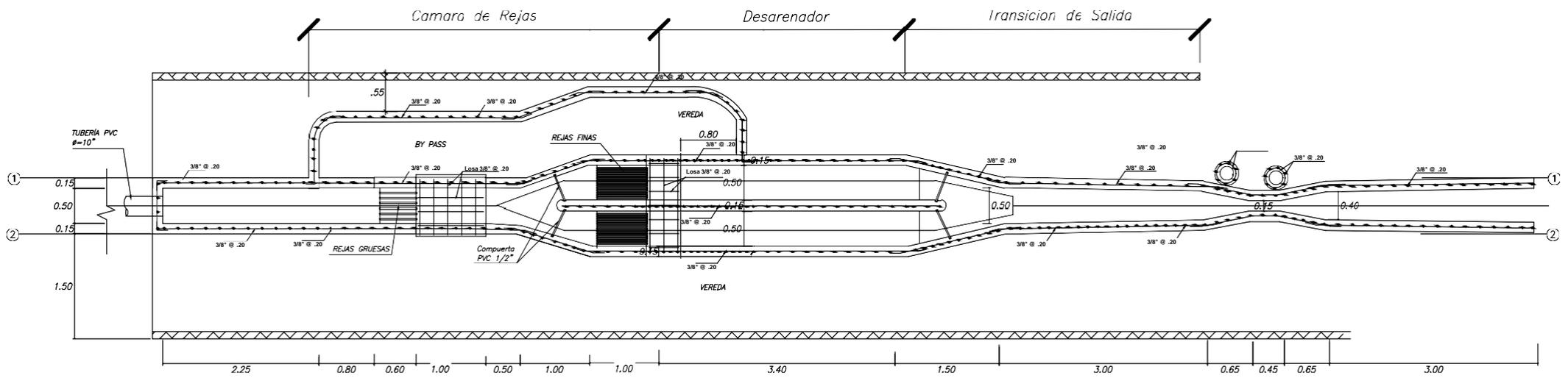
CORTE K-K
ESCALA: 1/40



CORTE L-L
ESCALA: 1/40

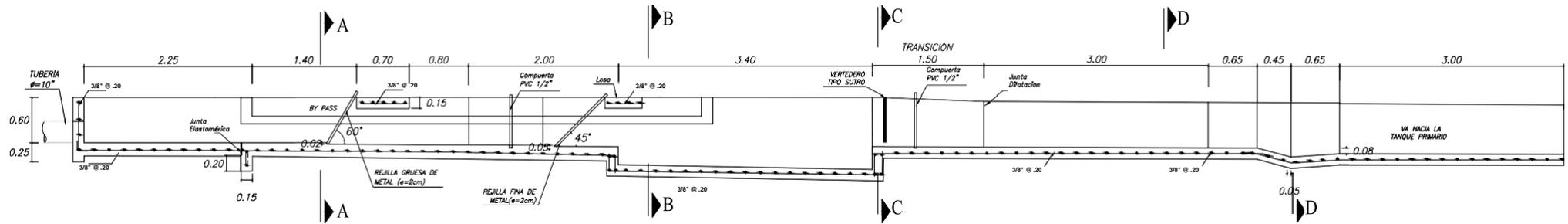


CORTE M-M
ESCALA: 1/40



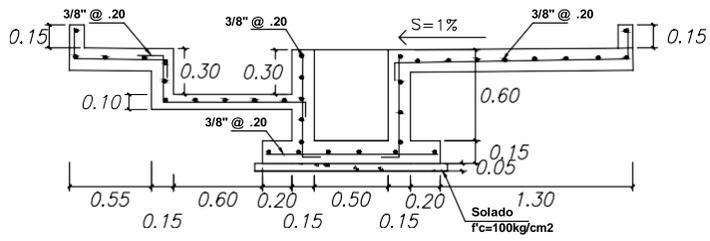
PLANTA

ESCALA: 1:40



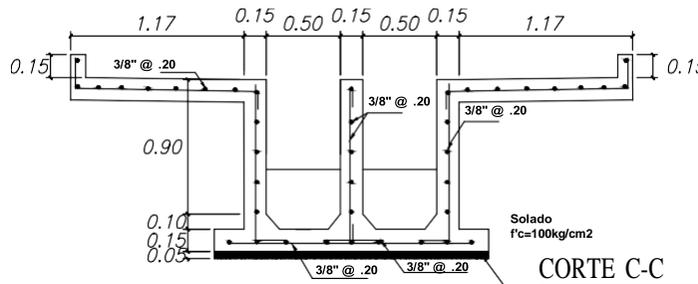
ELEVACIÓN

ESCALA: 1/40



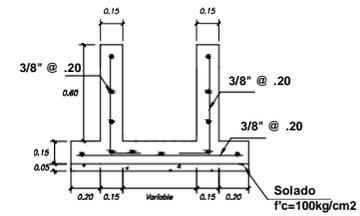
CORTE A-A

ESCALA: 1/40

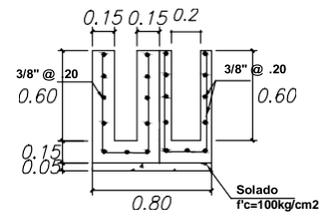


CORTE B-B

ESCALA: 1/40



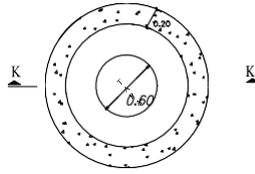
ESCALA: 1/40



CORTE D-D

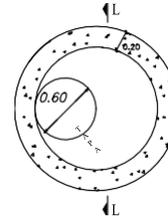
ESCALA: 1/40

BR-01, BR-02-BR-05, BR-06

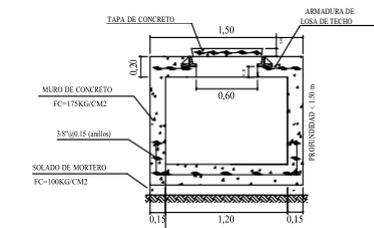


PLANTA
ESC.: 1/25

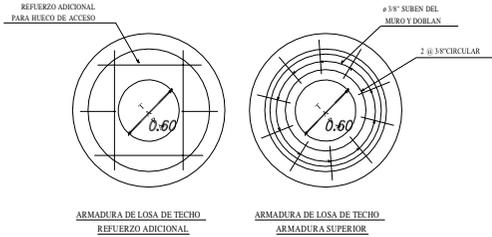
BR-03, BR-04



PLANTA
ESC.: 1/25

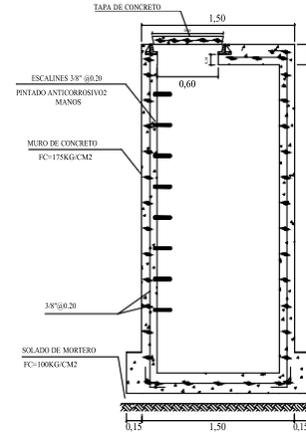


CORTE K-K
ESCALA: 1/40

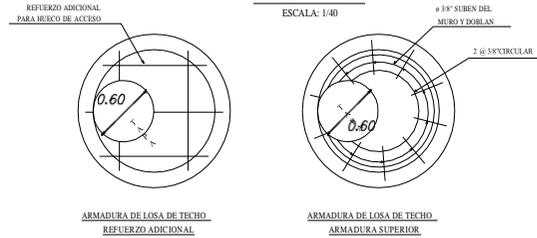


ARMADURA DE LOSA DE TECHO
REFUERZO ADICIONAL

ARMADURA DE LOSA DE TECHO
ARMADURA SUPERIOR

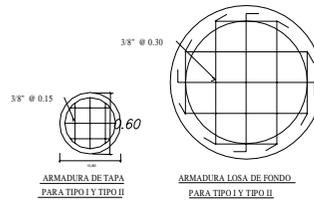


CORTE L-L
ESCALA: 1/40



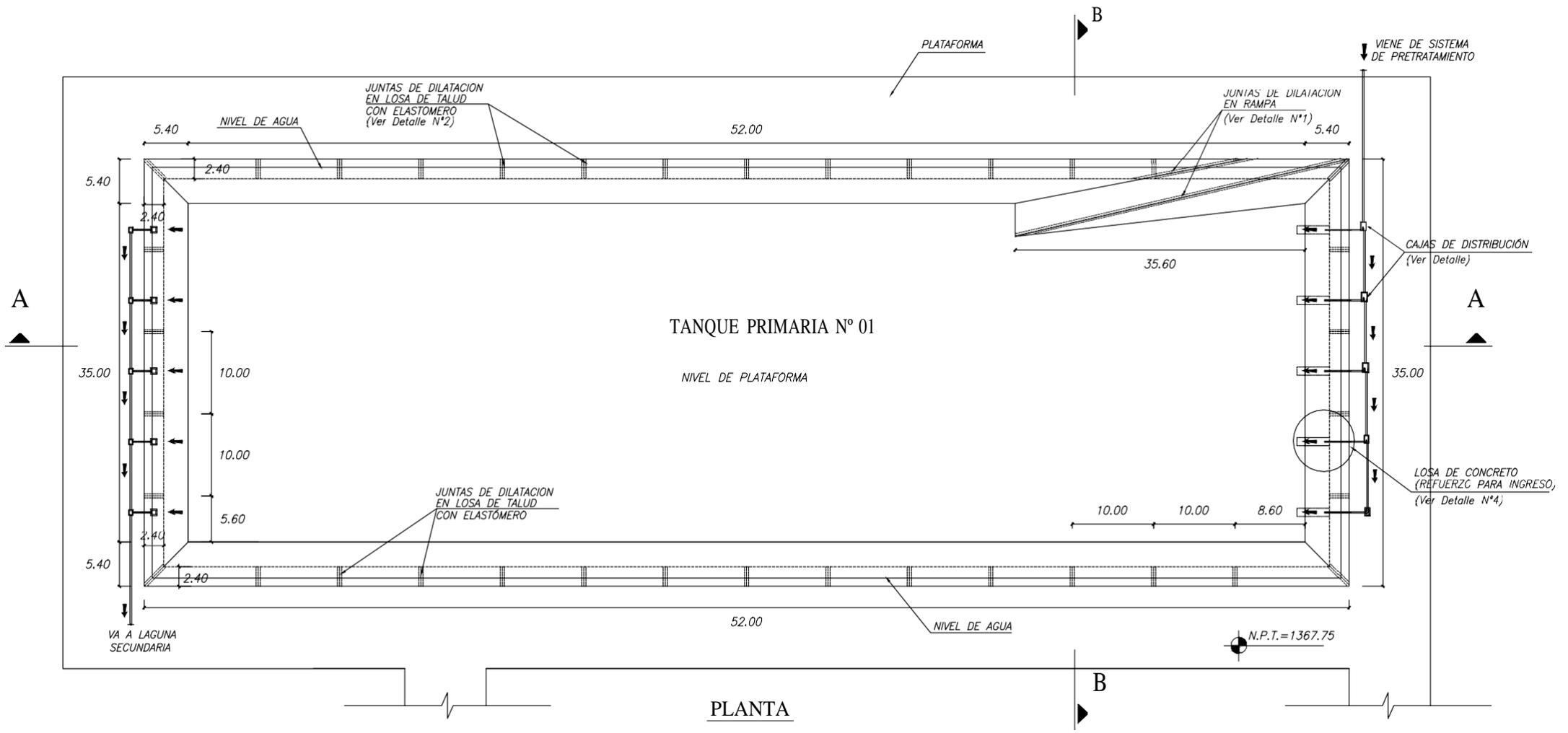
ARMADURA DE LOSA DE TECHO
REFUERZO ADICIONAL

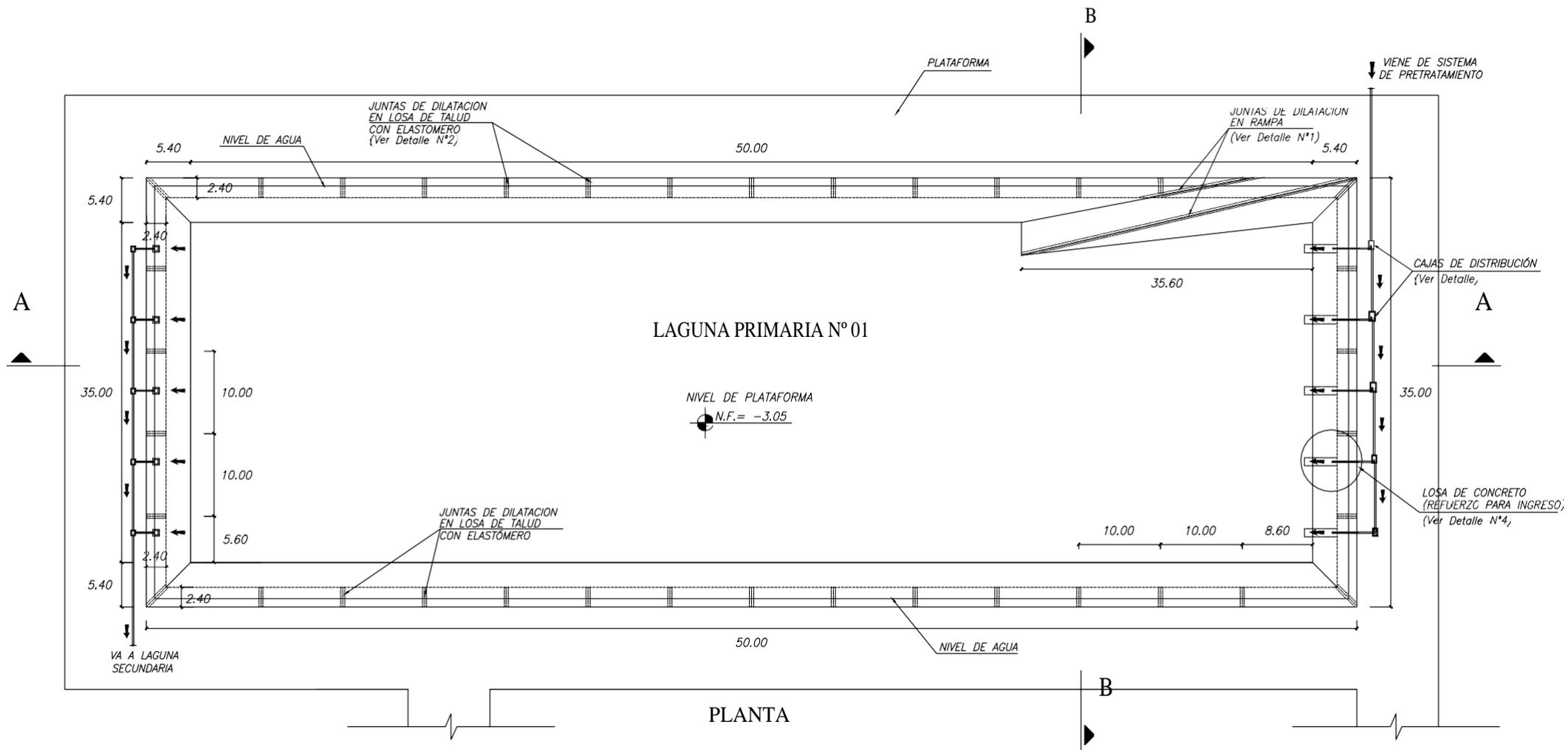
ARMADURA DE LOSA DE TECHO
ARMADURA SUPERIOR

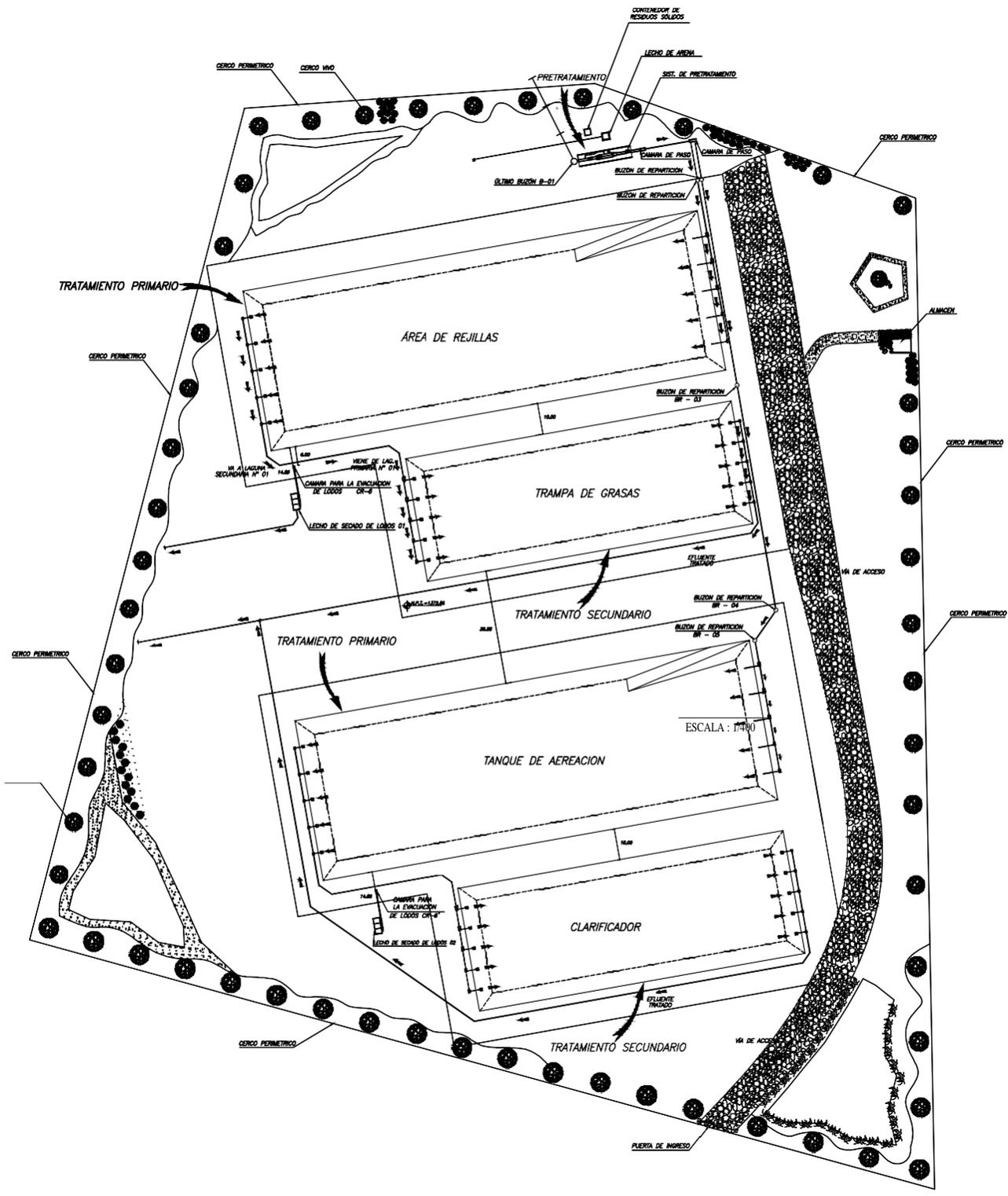


ARMADURA DE TAPA
PARA TIPO I Y TIPO II

ARMADURA LOSA DE FONDO
PARA TIPO I Y TIPO II









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO Y PROCESO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL REGADÍO DEL PARQUES, ATE 2022.", cuyos autores son BENDEZU MANCILLA JHO'S MARE ALEXIS, PANDURO RIOS JUAN RAMON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO DNI: 08196873 ORCID: 0000-0003-1304-5008	Firmado electrónicamente por: LHDIAZH el 19-12- 2022 14:19:55

Código documento Trilce: TRI - 0479301